



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**FRANCISCO OSNY ENÉAS DA SILVA**

**PLANO DE ÁGUAS MUNICIPAL COMO INSTRUMENTO  
DE POLÍTICA PÚBLICA PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO  
ABASTECIMENTO DE PEQUENAS COMUNIDADES  
RURAS DO SEMIÁRIDO CEARENSE**

FORTALEZA – CE

2011

**FRANCISCO OSNY ENÉAS DA SILVA**

**PLANO DE ÁGUAS MUNICIPAL COMO INSTRUMENTO DE  
POLÍTICA PÚBLICA PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO  
ABASTECIMENTO DE PEQUENAS COMUNIDADES RURAIS DO  
SEMIÁRIDO CEARENSE**

Tese apresentada à Coordenação  
do Curso de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil, área de  
concentração em Recursos Hídricos,  
como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Doutor.

**Orientador: Prof. José Nilson B. Campos - PhD**

FORTALEZA – CE

2011

S58p Silva, Francisco Osny Enéas da  
Plano de águas municipal como instrumento de política pública para universalização do abastecimento de pequenas comunidades rurais do semiárido cearense / Francisco Osny Enéas da Silva, 2011.  
184 f. ; il.; enc.

Orientador: Prof. Dr. José Nilson Beserra Campos  
Área de concentração: Recursos Hídricos  
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Fortaleza, 2011.

1. Recursos Hídricos. 2. Abastecimento rural de águas. 3. Regiões semiáridas . I. Campos, José Nilson Beserra (orient.). II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDD 627

Esta tese foi submetida como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida instituição.

Doutorando: \_\_\_\_\_

Francisco Osny Enéas da Silva

Tese aprovada em 29 de julho de 2011

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Prof. José Nilson B. Campos – PhD (orientador)

Universidade Federal do Ceará

\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco de Assis de Souza Filho, Doutor (co-orientador)

Universidade Federal do Ceará

\_\_\_\_\_  
Francisco Chagas da Silva Filho, Doutor

Universidade Federal do Ceará

\_\_\_\_\_  
Antônio Rocha Magalhães, Doutor

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

\_\_\_\_\_  
Rubem La Laina Porto, PhD

Universidade de São Paulo

\_\_\_\_\_  
Mônica Ferreira do Amaral Porto, Doutora

Universidade de São Paulo

## DEDICATÓRIA

À minha filha, Susany.

À minha esposa, Shirley.

À minha mãe, Maria Luisa.

Ao meu pai, Raimundo Braz  
(Talito) – *in memoria*.

... e a todos que me ajudaram  
nesta empreitada,  
especialmente o Prof. Nilson  
Campos, Prof. Assis Filho,  
Germano Filho, Vlademir  
Menezes (sogro).

## AGRADECIMENTOS

Meu profundo agradecimento ao professor Francisco de Assis de Souza Filho, dileto amigo e parceiro, coordenador do Projeto *Sustentabilidade e Segurança Hídrica: Projetar Sistemas Resilientes sob Estresse Climático*, que tornou possível a realização dessa tese, e que também me incentivou em todos os momentos para sua consecução.

Ao professor José Nilson B. Campos, meu orientador e amigo, a quem devo uma parte significativa do meu conhecimento na área dos recursos hídricos e que esteve presente nos momentos mais importantes e decisivos da minha vida, orientando o meu mestrado e a minha tese de doutorado, meu muito obrigado.

Ao professor Francisco Chagas da Silva Filho, membro da banca examinadora, que muito me incentivou a concluir a presente tese.

Ao doutor Antônio Rocha Magalhães, membro da banca examinadora, pelas suas sugestões e pelo interesse em vir participar deste momento singular da minha vida.

Aos professores da Universidade de São Paulo Rubem La Laina Porto e Mônica Ferreira do Amaral Porto pelas sugestões e contribuições que também muito enriqueceram a presente tese.

Ao professor Silvrano Adonias Dantas Neto pelo incentivo e parceria que ajudou a construir esta tese.

Ao professor Marco Aurélio Holanda de Castro, coordenador da pós-graduação, pelos ensinamentos e pelo apoio acadêmico e administrativo que tornaram possível a defesa desta tese.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará.

À minha amiga e parceira Daniele Costa da Silva, pelo seu papel fundamental na construção da presente tese, unindo ciência à sociedade.

Aos funcionários do DEHA/UFC, Teresinha, Junior, Shirley, Umbelina e Erivelton.

À Universidade de Fortaleza, da qual faço parte do seu corpo docente, pelo apoio.

À engenheira Mércia Sales da Secretaria de Desenvolvimento Agrário, pela parceria e acesso às informações essenciais para realização deste trabalho.

Ao Columbia Water Center, da Columbia University, na pessoa do Dr. Upmanu Lall, pelo suporte à pesquisa.

À Pepsico Foundation, de Nova Iorque, pelo patrocínio financeiro à pesquisa.

Aos meus familiares, pelo apoio, paciência e incentivos sempre presentes mesmo nos momentos mais difíceis até alcançar este objetivo.

## RESUMO

A busca de uma solução permanente para o problema do abastecimento de água para consumo humano de pequenas comunidades rurais dispersas no semiárido brasileiro pode ser equacionada por meio de uma política pública voltada para a universalização e a sustentabilidade dos sistemas coletivos e individuais de abastecimento. Defende-se nesta pesquisa que o instrumento mais adequado para alicerçar esta política pública seria o Plano de Águas Municipal-PAM, que consiste numa visão focada do planejamento dos recursos hídricos para as pequenas comunidades rurais, mormente aquelas com população entre 3 a 50 famílias. O Plano de Águas Municipal é fundamentado numa ação proativa compartilhada entre a sociedade civil e o poder público para alcançar a universalização e a sustentabilidade desses sistemas. A conceituação teórica e a base metodológica para elaboração de um PAM é abordada na presente tese tendo como referência o plano pioneiro do Município de Milhã, no Estado do Ceará, que serviu de base para construção de uma política pública tanto na esfera municipal como na esfera estadual voltadas para a universalização do abastecimento das comunidades rurais daquele município e com perspectivas de ampliação para o resto do Estado e, provavelmente, pode vir a se tornar um instrumento aplicável a todo o nordeste brasileiro.

**Palavras-chave:** Planos de Recursos Hídricos, Planos Municipais, Universalização do Abastecimento, Comunidades Rurais



## ABSTRACT

The search for a permanent solution to the problem of water supply for human consumption in small rural communities scattered in Brazilian semi-arid can be assessed by means of a public policy aimed at universalization and the sustainability of individual and collective systems of supply. It is argued in this survey that the most appropriate instrument to underpin this public policy would be the Municipal Water Plan-PAM, which consists of a focused vision of planning of water resources for small rural communities, especially those with population between 3 to 50 families. The Municipal Water Plan is based on a proactive action shared between civil society and public authorities to achieve universalization and the sustainability of these systems. The theoretical conceptualization and the methodological basis for the elaboration of a PAM is discussed in this thesis with reference to the pioneering plan of the municipality of Milhã in the State of Ceará, which formed the basis for construction of a public policy both within the municipal sphere as in the State sphere aimed at the universalization of the supply of rural communities of the municipality and with prospects of expanding to the rest of the State and probably can become an instrument applicable to the whole Brazilian Northeast.

**Keywords:** Water resources plan, municipal plan, water supply universalization, rural communities.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Objetivos dos planos estratégicos dos recursos hídricos .....	18
<b>Figura 3.1</b> Mapa da região semiárida do Ceará .....	27
<b>Figura 3.2</b> Domínios geológicos do Ceará .....	29
<b>Figura 4.1</b> Fotografia de açude-barreiro no Ceará .....	38
<b>Figura 4.2</b> Modelo de cartão para controle e pagamento de carro pipa .....	40
<b>Figura 4.3</b> Esquema de realização do estudo CARCP .....	51
<b>Figura 4.4</b> Propostas de soluções apresentadas pelas comunidades .....	57
<b>Figura 5.1</b> Metáfora de edifício representando um PAM .....	64
<b>Figura 5.2</b> Premissas conceituais de elaboração de um PAM .....	65
<b>Figura 5.3</b> Cesta de soluções típicas de abastecimento unifamiliar .....	96
<b>Figura 5.4</b> Busca de água “saudável” em poço amazonas .....	97
<b>Figura 5.5</b> Cisterna de placas do P1MC .....	98
<b>Figura 5.6</b> Cisterna de alvenaria de 19,17 m <sup>3</sup> destinada ao abastecimento multifamiliar .....	99
<b>Figura 6.1</b> Localização da área do projeto no Brasil e América do Sul .....	102
<b>Figura 6.2</b> Localização da área do projeto no Mapa Político do Estado do Ceará...103	103
<b>Figura 6.3</b> Histórico da precipitação total anual em Milhã .....	105
<b>Figura 6.4</b> Variação da precipitação média mensal em Milhã .....	105
<b>Figura 6.5</b> Aspecto da vegetação de caatinga predominante na área do projeto ....106	106
<b>Figura 6.6</b> Inserção do município de Milhã no embasamento cristalino do Estado do Ceará .....	107
<b>Figura 6.7</b> Distribuição do PIB do município de Milhã .....	112
<b>Figura 7.1</b> Doze passos para elaboração de um PAM .....	115
<b>Figura 7.2</b> Etapas do diagnóstico social .....	119
<b>Figura 8.1</b> Capa do PAM de Milhã .....	135
<b>Figura 8.2</b> Fotografia do evento de lançamento do PAM .....	135
<b>Figura 8.3</b> Mapa das comunidades de Milhã .....	136
<b>Figura 8.4</b> Ensinamentos da pesquisa de campo nas comunidades rurais de Milhã .....	137
<b>Figura 8.5</b> Mapa das sub-bacias de Milhã .....	142

<b>Figura 8.6</b> Classificação das comunidades de Milhã quanto à situação de Abastecimento .....	145
<b>Figura 8.7</b> Classificação das casas de Milhã quanto à situação de abastecimento..	146
<b>Figura 8.8</b> Número médio de casas por comunidade por categoria de criticidade de Abastecimento .....	146
<b>Figura 8.9</b> Manchete do Jornal O Povo sobre Operação Pipa .....	153
<b>Figura 8.10</b> Relação dos municípios atendidos pela Operação Pipa .....	153
<b>Figura 9.1</b> Mapa de distribuição do ICP nos municípios cearenses .....	163
<b>Figura 9.2</b> Mapa dos 24 municípios selecionados pelo critério do ICP .....	166

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA - 4.1</b> Nº de municípios atendidos por operação pipa no Ceará .....	41
<b>TABELA - 6.1</b> Dados populacionais dos municípios inicialmente pesquisados .....	104
<b>TABELA - 6.2</b> Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal para os municípios da área .....	109

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO – 1</b> Municípios selecionados por bacia hidrográfica .....	53
<b>QUADRO - 2</b> Diferenças conceituais entre o PAM e demais planos de recursos hídricos .....	69
<b>QUADRO – 3</b> Principais fontes hídricas para zonas rurais .....	71
<b>QUADRO – 4</b> Indicadores demográficos e sociais de referência .....	111
<b>QUADRO – 5</b> Sumário da produção agrícola de Milhã .....	113
<b>QUADRO – 6</b> Sumário da produção pecuária de Milhã .....	113
<b>QUADRO – 7</b> Sumário da produção industrial de Milhã .....	114
<b>QUADRO – 8</b> Matriz de condições e análise para o modelo de gerenciamento .....	131
<b>QUADRO – 9</b> Resumo das sub-bacias do município de Milhã .....	141
<b>QUADRO –10</b> Sumário da oferta hídrica superficial em Milhã .....	145
<b>QUADRO –11</b> Comunidades alvo de intervenção apontadas no PAM de Milhã e respectivos custos .....	150
<b>QUADRO –12</b> Projetos de abastecimento de água conveniados para Milhã .....	152
<b>QUADRO –13</b> Relação dos municípios selecionados pelo critério do ICP .....	165

## LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BID – Banco Internacional de Desenvolvimento

BIRD – Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento

BNH - Banco Nacional de Habitação

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará

CARCP – Caminho das Águas na Rota dos Carros – Pipas

CEDEC – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil

CNDC – Conselho Nacional de Defesa Civil

COMDEC – Conselho Municipal de Defesa Civil

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DEHA – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (UFC)

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

FGTS- Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GGRC – Grupo de Gerenciamento do Risco Climático para a Sustentabilidade Hídrica  
(UFC)

ICP – Índice Composto Ponderado

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDM – Índice de Desenvolvimento Municipal

IDS-R – Índice de desenvolvimento Social de Resultado

IPEA – Instituto de Planejamento Econômico e Social

IPECE- Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará

MD – Ministério da Defesa

MDS – Ministério do Desenvolvimento Social

MI – Ministério da Integração Nacional

O&M – Operação e Manutenção

PACS – Programas de Açudes de Convivência com as Secas

PAM – Plano de Água Municipal

PAPP – Programa de Apoio ao Pequeno Agricultor Rural

PCPR – Programa de Combate à Pobreza Rural

PERH - Plano Estadual dos Recursos Hídricos

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PLANERH – Atualização do Plano Estadual dos Recursos Hídricos

PROÁGUA /SEMIÁRIDO – Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro

PRODHAM – Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental

PROGERIRH – Projeto de gerenciamento e integração dos Recursos Hídricos do Ceará

PRONAF – Programa Nacional de Agricultura Familiar

PRORURAL – Programa Nacional de Saneamento Rural

PROURB – RH- Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos

PSJ – Projeto São José

SAAE - Serviços Autônomos de Água e Esgoto

SAAEC - Sociedade Anônima de Água e Esgoto de Crato

SEAGRI – Secretaria de Agricultura Irrigada

SESA – Secretaria de Saúde do Ceará

SDA – Secretaria do Desenvolvimento Agrário

SIGERH – Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos

SINDIÁGUA - Sindicato dos Trabalhadores em Água, Esgoto e Meio ambiente do Ceará

SISÁGUA – Sistema de Informação e vigilância da qualidade da água

SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural

SNIS - Sistema Nacional de Informações de Saneamento

SOEC – Superintendência de Obras do Estado do Ceará

SOHIDRA – Superintendência de Obras Hidráulicas

SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos

TMI – Taxa de Mortalidade Infantil

UFC – Universidade Federal do Ceará

UNEP – United Nations Environment Programme

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	BASES CONCEITUAIS.....	8
2.1	Conceitos de bens comuns, sustentabilidade, policentrismo e governança.....	8
2.2	Conceito de política pública e planejamento .....	13
2.3	Políticas e planos de recursos hídricos .....	15
3	CONTEXTO DO ESTUDO.....	21
3.1	O Problema do Abastecimento de Água Potável nas Comunidades Rurais Difusas....	21
3.2	Contextualização no Estado do Ceará .....	26
3.2.1	Contexto Territorial e Climatológico.....	26
3.2.2	Contexto do Abastecimento Hídrico no Ceará.....	31
4	POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO E A PROBLEMÁTICA DO CARRO PIPA 37	
4.1	O Processo de Acionamento do Abastecimento por Carros-Pipa.....	39
4.2	A Frequência de Abastecimento por Carro-pipa nos Municípios Cearenses .....	40
4.3	Políticas Públicas de Convivência com o Semiárido.....	42
4.4	O Caminho das Águas na Rota dos Carros-Pipa .....	50
5	PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS DO PLANO DE ÁGUAS MUNICIPAL .....	63
5.1	Conceito Geral e Premissas de um PAM.....	63
5.2	Dimensões Conceituais do PAM .....	69
5.2.1	Dimensões Afeitas à Universalização.....	70
5.2.2	Dimensões Afeitas à Sustentabilidade.....	83
6	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO DO PRIMEIRO PAM .....	101
6.1	Localização e População da Área do Projeto .....	101
6.2	Aspectos Fisiográficos do Município de Milhã.....	104
6.3	Aspectos Socioeconômicos.....	108
7	ESTRUTURA DO PAM.....	115
8	A EXPERIÊNCIA DO PAM DE MILHÃ .....	134
8.1	Considerações Gerais .....	134
8.2	Diagnóstico das Comunidades.....	136
8.2.1	Análise do Diagnóstico de Milhã.....	137
8.2.2	Recursos Hídricos Municipais em Milhã .....	140
8.2.3	Classificação das Comunidades em Categorias de Criticidade.....	145



8.2.4	Propostas de Intervenções para Universalização do Abastecimento .....	147
8.3	Primeiros Impactos do PAM como Política Pública .....	151
8.4	Visão de Longo Prazo para Milhã .....	154
9	AMPLIAÇÃO DA ESCALA DE ELABORAÇÃO DE PAM's .....	156
10	CONCLUSÕES.....	168
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	172

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Aspectos Preliminares

A água é um *elemento essencial à vida* em todas as suas formas. A água está presente em todos os organismos vivos dos reinos animal e vegetal e o acesso continuado à mesma se constitui num imperativo para a sobrevivência biológica.

O planeta Terra possui mais de três quartos de sua superfície cobertos com água, porém 97,5% se constitui em água salgada presente nos mares e oceanos, sendo inapropriada para o consumo humano, e apenas 2,5 % deste total se apresenta como água doce, definida como aquela que possui teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/l. A água doce economicamente utilizável para consumo humano se encontra disponível nos rios, lagos e aquíferos subterrâneos representando apenas 0,7672% do total da água do planeta. O restante se encontra nas geleiras polares (REBOUÇAS *et al.*, 1999).

A escassez de água doce utilizável para as atividades humanas a torna um bem econômico. O reconhecimento desse mérito de forma universal se deu a partir do relatório que ficou conhecido como Comissão Brundtland no livro “*Our Common Future*”, publicado em 1987, na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CAMPOS, 2003; BISWAS e TORTAJADA, 2005).

A limitação do uso da água que se encontra na natureza para atender às necessidades humanas apresenta duas dimensões do problema: o quantitativo e o qualitativo. O problema quantitativo se refere à existência de fontes hídricas que assegurem a quantidade de água necessária e com o nível de garantia desejado para cada tipo de uso, enquanto que o problema qualitativo se refere à qualidade da água disponível adequada aos mesmos tipos de uso. Ambos os problemas assumem uma magnitude menor ou maior dependendo do custo para disponibilização da água na quantidade e qualidade almejadas para os fins a que se destinam e na capacidade de pagamento e disposição a pagar do usuário pela água com aquelas determinadas

características. O uso da água e sua disponibilização é assim um problema de natureza essencialmente econômica.

Sendo um problema de natureza econômica, o acesso sustentável à água obedece às leis da economia, dentre elas os parâmetros de escala. A água destinada ao abastecimento humano segue rigorosamente a lei de escala econômica para sua utilização. A população concentrada em cidades e núcleos urbanos maiores possui normalmente condições de arcar com os custos de operação e manutenção de sistemas de abastecimento, além de poder remunerar total ou parcialmente os custos de investimento do sistema por meio de uma tarifa exequível pela água fornecida. Essa condição não está presente nas pequenas comunidades rurais dispersas no território, especialmente nas áreas que ostentam uma fragilidade econômica, tal como o semiárido nordestino brasileiro.

O abastecimento de água potável para comunidades rurais é um problema de ordem global que se tornou inclusive objeto de um programa específico das Nações Unidas no âmbito do PNUD denominado Programa de Água e Saneamento do Banco Mundial, iniciado em 1978 (WATER SANITATION PROGRAM, 2011). Este programa atua em 25 países na África, leste e sul da Ásia, América Latina e Caribe, compreendendo uma parceria de múltiplos doadores administrado pelo Banco Mundial.

O problema do acesso permanente à água potável para beber para populações de pequenas comunidades rurais e famílias isoladas no semiárido nordestino permanece como uma questão não resolvida a desafiar a inteligência de planejadores, estrategistas e acadêmicos para buscar uma solução sustentável.

Vários são os matizes e as variáveis que afetam a busca de uma solução sustentável. Há aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais a considerar, porém dois se destacam pela sua relevância: a questão da escala do sistema e a questão do modelo gerencial aplicável.

Estas variáveis podem ser equacionadas mediante a elaboração de um Plano de Águas Municipal-PAM focado no abastecimento da população urbana e rural do município tendo como base o emprego da potencialidade hídrica distribuída no território municipal e na participação da sociedade na construção

de sistemas sustentáveis de abastecimento aplicável a pequenas comunidades dispersas no meio rural.

Esta tese foi desenvolvida em parte como produto de uma pesquisa de campo levada a cabo pelo autor e parceiros ao longo de dois anos e meio como pesquisador-membro do Grupo de Gerenciamento de Risco Climático para a Sustentabilidade Hídrica do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, no sertão central do Estado do Ceará, mais precisamente nos municípios de Milhã, Senador Pompeu e Deputado Irapuan Pinheiro, pela qual foi elaborado um diagnóstico detalhado dos sistemas de abastecimento de praticamente todas as comunidades rurais destes municípios a partir de um aglomerado mínimo de duas casas.

Além do diagnóstico semi-censitário com relação aos sistemas de abastecimento rural, foram realizadas ações estruturantes com a implantação de um sistema piloto de abastecimento na comunidade de Ingá e complementada a rede de distribuição domiciliar das comunidades de Pedra Fina, São João, Transval e Valentim dos Sabinos no município de Milhã. As obras estruturantes foram construídas com recursos oriundos do acordo de cooperação firmado entre a Universidade Federal do Ceará e a Universidade de Columbia-Nova Iorque, com patrocínio da Pepsico Foundation.

A pesquisa realizada teve como objetivo investigar as condições de sustentabilidade de longo prazo de sistemas de abastecimento d'água para beber de comunidades rurais difusas localizadas no semiárido brasileiro; identificar os problemas inerentes à tecnologia e aos modelos de gerenciamento dos sistemas existentes. Como produto da pesquisa, além das obras implantadas em campo nas comunidades selecionadas do município de Milhã-Ce, foi elaborado um Plano de Águas Municipal (PAM) para o município de Milhã e está em vias de conclusão um Manual de Boas Práticas Tecnológicas visando orientar o projeto e construção dos diversos sistemas de abastecimento d'água para comunidades rurais, desde cisternas, poços profundos e amazonas até obras de captação e adução de água para suprir redes de abastecimento.

O modelo conceitual preconizado no exemplo pioneiro do Plano de Águas de Milhã levou o Estado do Ceará, por intermédio da Secretaria de Desenvolvimento Agrário – SDA a adotá-lo como um modelo de Política Pública para a busca da universalização do abastecimento de comunidades rurais difusas do interior do Estado, na tentativa de eliminar progressivamente as ações emergenciais de abastecimento empregando o carro pipa.

A fundamentação conceitual desenvolvida na elaboração do PAM de Milhã que o levou a servir de base para a construção de uma política pública de abastecimento no Estado do Ceará é o tema central da tese.

## **1.2 Objetivo**

A tese foi desenvolvida com o intuito de propor uma nova abordagem baseada na elaboração de planos de água municipais (PAM) focados no abastecimento humano para buscar uma solução para o problema da universalização e da sustentabilidade do abastecimento de água potável para pequenas comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro, compreendendo a faixa de 3 a 50 famílias.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

São objetivos específicos da tese:

- Identificar os fatores que afetam e condicionam o acesso à água, a universalização do abastecimento hídrico para consumo humano e a sustentabilidade dos sistemas implantados nas pequenas comunidades rurais difusas do semiárido;
- propor um modelo para elaboração de plano de águas municipal focado no abastecimento das populações rurais difusas, endereçado a pequenas comunidades rurais de 3 a 50 famílias;
- propor o PAM como um modelo de política pública viável para permitir a universalização e sustentabilidade de soluções de abastecimento para pequenas comunidades rurais visando a eliminação progressiva do emprego do carro pipa.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O estudo ora apresentado está estruturado em dez capítulos. O primeiro introduz o tema; o segundo apresenta uma revisão de literatura versando sobre os principais conceitos subjacentes à construção do tema central da tese; o terceiro contextualiza a oportunidade e a atualidade do tema; o quarto discute o problema do abastecimento das comunidades com carro pipa; o quinto apresenta os fundamentos conceituais do PAM, nas suas dimensões tecnológica, social e gerencial; o sexto descreve a situação e o diagnóstico da área piloto do estudo; o sétimo apresenta a estrutura do PAM; o oitavo descreve a experiência vivenciada na elaboração do primeiro PAM; o nono aborda a questão da expansão de escala do PAM, e o décimo, as conclusões.

Em seguida são apresentadas as referências bibliográficas consultadas.

## 2 BASES CONCEITUAIS

A revisão de literatura foi focada nas trajetórias conceituais que serviram de suporte para construção da ideia de propor um plano de águas municipal como uma política pública apropriada para permitir a universalização e a sustentabilidade do abastecimento de pequenas comunidades rurais.

Os conceitos de maior importância a serem considerados são aqueles referentes à definição de bens comuns, sustentabilidade, policentrismo e governança; aos conceitos de políticas públicas e planejamento e os referentes à elaboração de planos de recursos hídricos.

### 2.1 Conceitos de bens comuns, sustentabilidade, policentrismo e governança

O abastecimento d'água de populações urbanas ou rurais de forma coletiva faz uso dos recursos hídricos disponíveis, sejam estes superficiais ou subterrâneos e, portanto, faz uso de um bem comum assim reconhecido pela Constituição Brasileira (CF/1988) e pela Lei Federal nº 9.433/97.

Ostrom (2005) classifica os bens em quatro tipos:

- bens privados, tais como comida, vestuário, automóveis, etc.;
- bens públicos, tais como paz e segurança nacional, corpo de bombeiros, sistemas de previsão de tempo, etc.
- bens clube, tais como teatros, clubes privados, creches particulares, etc.;
- bens comuns, tais como recursos hídricos, sistemas de irrigação públicos, florestas, etc.

Apesar dos recursos hídricos que abastecem as pequenas comunidades rurais serem considerados bens de uso comum cuja dominialidade pertenceria ao Estado ou a União, conforme a CF/1988, há uma grande dificuldade do seu controle efetivo pelo poder público que não garante o acesso universalizado para as populações, sobretudo, no meio rural.

Ostrom (1999) já reconhecia que as agências governamentais nacionais eram frequentemente incapazes e mal sucedidas em regular os recursos considerados bens comuns numa ampla escala geográfica. Muitas nações nacionalizaram todos os recursos hídricos e as terras durante os anos de 1950/60 alienando os usuários locais de seu domínio sobre estes recursos, mas faltou a estes governos a existência de fundos para por em prática a sua dominialidade e poder de polícia sobre tais recursos, os quais foram legalmente convertidos à propriedade do Estado, porém, acabaram sendo revertidos na prática de volta ao regime de livre acesso.

O que se verifica no sertão nordestino brasileiro é que muitos reservatórios de água (açudes) que foram construídos com recursos públicos e que deveriam servir de uso comum, principalmente para o abastecimento de comunidades rurais, foram revertidos a bens privados pelas elites econômicas e políticas locais impedindo o acesso universal a quem dela precisa.

Esta questão da apropriação indevida do bem comum água permanece como uma questão de governança a ser devidamente equacionada. Uma das opções propostas por Ostrom (1999, 2005, 2009) seria a adoção de um modelo policêntrico de governança dos bens de uso comum diferentemente do modelo centralizado nas agências estatais.

O modelo policêntrico de governança pressupõe a existência de múltiplos centros de decisão e controle que se sobrepõem na administração do bem comum visando à resolução de conflitos, à aquisição de conhecimento, o monitoramento do desempenho dos sistemas locais e a regulação do uso de bens comuns (OSTROM, 1999).

O modelo policêntrico poderia permitir o equacionamento da questão do acesso à água, garantido a utilização pública deste bem, ao mesmo tempo em que permitiria a aplicação de normas de regulação e controle visando, por exemplo, o sobreuso indiscriminado do bem água como um recurso livre.

Falk, Bock e Kirk (2009) descrevem uma experiência bem sucedida de abastecimento de comunidades rurais na Namíbia a partir da mudança de um modelo monocêntrico de gestão das águas para um modelo policêntrico com base



na gestão comunitária da mesma. Uma das principais conclusões do estudo conduzido por Falk, Bock e Kirk é de que a devolução da responsabilidade institucional para gestão financeira dos sistemas de abastecimento de água para as comunidades produziu um impacto positivo na sustentabilidade dos sistemas operados pela própria comunidade.

Esta conclusão corrobora com a proposta dos modelos de gerenciamento apresentados nesta tese que considera a mobilização do capital social da comunidade como uma pilastra essencial para garantir um modelo sustentável de abastecimento no longo prazo.

Anderson e Ostrom (2008) afirmam que durante décadas os fazedores de políticas públicas tem tido experiências ambíguas com ambos os modelos centralizado e descentralizados para a gestão de bens de uso comuns. Há uma concordância de que modelos totalmente centralizados são ineficientes devido ao alto custo de transações. Por outro lado, os modelos totalmente descentralizados são soluções consideradas ingênuas crescentemente problemáticas. O desafio está no estabelecimento de mecanismos institucionais que capitalizem as vantagens do modelo descentralizado ao mesmo tempo em que possam contar com o respaldo de sistemas mais centralizados que possam compensar as imperfeições. O modelo policêntrico considera as relações entre múltiplas autoridades se sobrepondo na sua jurisdição dentro de um ordenamento jurídico que permita tal flexibilização.

Traduzindo o modelo policêntrico no âmbito da proposta do PAM, sugere-se que a comunidade mobilize seu capital social para prover a gestão operacional dos sistemas de abastecimento comunitários coletivos, realizando também a gestão financeira destes, ao mesmo tempo em que haja também instituições do poder público, semelhante aos Sisar's para dar suporte técnico e logístico nas ações de operação e manutenção que ultrapassem a capacidade de resposta da própria comunidade.

Outra questão conceitual de elevada importância a ser abordada no decurso da presente tese é a de sustentabilidade e vulnerabilidade de sistemas de abastecimento.

Biswas e Tortajada (2005) descrevem a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável desde o surgimento do conceito em 1948 divulgado por Fairfield Osborne no livro *Our Plundered Planet* na frase:

“Nós estamos correndo para frente através de dias de inacreditável consumo...e nos esquecemos do planeta, esquecemo-nos no senso de que falhamos em considerar que ele é a fonte de nossa vida.”

Segundo Biswas, Osborne estava convicto de que o único tipo de desenvolvimento que fazia sentido era o desenvolvimento sustentável, que muitos julgam ter surgido do relatório da comissão Brundtland *Our Common Future* (WCED, 1987).

Posteriormente no início da década de 70 o conceito de sustentabilidade foi anunciado pela UNEP na Conferência das Nações Unidas no Ambiente Humano, em Nairobi, Quênia, em 1975. Após esta conferência, em 1976, Mostafa Kamal Tolba, então diretor executivo da UNEP declarou em Londres:

“Um novo tipo de desenvolvimento é necessário porque é essencial relacionar desenvolvimento às limitações e oportunidades criadas pelos recursos naturais que são a base de todas as atividades humanas. Isto também é requerido porque agora está claro que os padrões passados de desenvolvimento em ambos países desenvolvidos ou em desenvolvimento tem sido caracterizadas por tal sorte de danos ambientais que os tornam simplesmente insustentáveis.”

Tolba (1982, apud Biswas,2005) afirma que:

“O maior objetivo do gerenciamento ambiental é compatibilizar as necessidades humanas básicas com as potenciais restrições dos sistemas ambientais, incluindo os recursos naturais. O gerenciamento ambiental conduz a duas novas dimensões no processo de desenvolvimento: amplia o conceito para incluir a qualidade ambiental e expande-o no tempo para incluir desenvolvimento de longo termo em bases sustentáveis.”

Em 1987 a Comissão Brundtland anunciou o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades”.

Holling (2001) definiu o conceito de desenvolvimento sustentável de forma diferente. Para ele sustentabilidade é a capacidade de criar, testar e manter capacidade adaptativa, ao passo que desenvolvimento é o processo de criar, testar e manter oportunidades. Segundo Holling, o conceito de desenvolvimento sustentável refere-se ao objetivo de forjar a capacidade adaptativa e criar oportunidades. O conceito de sustentabilidade depende da interação entre fatores internos e externos ao sistema.

Gallopín (2006) analisou as relações entre vulnerabilidade, resiliência e capacidade adaptativa de sistemas sócio ecológicos, concluindo que o conceito de vulnerabilidade não é o oposto a resiliência, porque este último é definido em termos de mudança de estado entre domínios de atração, enquanto que a vulnerabilidade se refere às mudanças estruturais no sistema implicando em mudança na estabilidade da paisagem. Gallopín define resiliência como uma propriedade interna do sistema, não incluindo exposição à perturbação. Os fatores que governariam a vulnerabilidade do sistema seriam a sensibilidade, a exposição e a capacidade de resposta do sistema.

O conceito de resiliência, isto é a capacidade de um sistema a manter suas funções vitais e a adaptarem-se as perturbações induzidas pelo meio-ambiente (Holling 1973; Ribot 1996; Gunderson, Holling et al. 2002) tem uma importância crescente na definição de políticas públicas de desenvolvimento. As incertezas ligadas às mudanças climáticas, à globalização dos intercâmbios econômicos e aos processos de migrações colocam em questão a evolução dos sistemas socioambientais frente àquelas perturbações.

Em países emergentes ou em desenvolvimento, coloca-se em evidência também a questão das adaptações de curto prazo permitindo reduzir a vulnerabilidade econômica de alguns grupos sociais e a manutenção de uma capacidade de adaptação para enfrentar os riscos e as mudanças do longo termo.

Isso é particularmente importante em contextos econômicos ou ambientalmente muito restringidos como aqueles que afetam as populações pobres das regiões semiáridas. Nessas regiões, os sistemas de abastecimento de água, compostos de na captação, armazenamento, tratamento e distribuição dos recursos hídricos tem uma importância vital. A questão que se coloca é como fazer

evoluir as modalidades de acesso à água para as populações rurais e manter ao mesmo tempo a sua capacidade de adaptação?

A resposta parece estar na própria capacidade adaptativa da população que vive em pequenas comunidades rurais no semiárido que emprega várias opções tecnológicas e fontes hídricas para cada tipo de uso conformando uma *cesta de opções tecnológicas*, tal como aqui será tratado.

## **2.2 Conceito de política pública e planejamento**

A fim de alicerçar a discussão sobre o papel do Plano de Águas Municipal – PAM como um instrumento de política pública, considera-se útil apresentar um breve histórico da evolução do pensamento estatal com relação ao papel da administração pública e do planejamento.

Os estudos pioneiros de administração pública tiveram início na década de 1880, com Woodrow Wilson, professor de Ciência Política e reitor da Universidade de Princeton que posteriormente se tornou o 28º presidente dos Estados Unidos de 1913 a 1921. Sua preocupação era criar uma classe administrativa estatal apartidária, selecionada com base no mérito para neutralizar o nepotismo e o favoritismo que dominava a administração pública norte-americana do século XIX. Wilson acreditava que o negócio do governo era organizar o interesse comum contra os interesses especiais. Para ele a melhor forma de desenvolver a administração pública era tomar as lições do gerenciamento empresarial sobre as normas de disciplina e de mérito na manutenção de cargos e nas promoções. No entanto, embora considerasse que a administração governamental poderia e deveria ser como a de empresas, ela diferia desta por não ser uma empresa, mas uma vida social orgânica (SARAIVA, 2007).

Fisher (1984) descreve que até os anos 30 do século XX o administrador público era um mero executor de políticas, dentro de princípios de eficiência, considerados não apenas o fim do sistema, mas também a medida de eficácia do próprio sistema. A partir dos anos 30 e da Primeira Guerra Mundial, o crescimento do aparato estatal influenciou na mudança do conceito de administração, já então percebido como formulador de políticas públicas.

No âmbito das empresas privadas a necessidade de sobreviver num contexto de rápida mutação e de continuar implementando nele suas missões e

objetivos provocou o surgimento de novas técnicas de administração nos anos 50 e 60, dentre eles o planejamento organizacional que fixava objetivos e metas e os meios para atingi-los. No âmbito estatal foi a época dos grandes sistemas de planejamento governamental. Os países institucionalizaram órgãos, comissões, ministérios e corporações destinados a elaborar planos ambiciosos de desenvolvimento em geral bem sucedidos. No Brasil destaca-se a criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE em 1959 pelo presidente Juscelino Kubitschek tendo à frente o economista Celso Furtado (WARLICH, 1979).

Ainda nos anos 60, com as transformações do cenário internacional exigindo formas mais flexíveis de planejamento e administração surgiu o planejamento estratégico que levava em conta as variáveis externas à organização, tornando as empresas mais capazes de implementar suas estratégias em cenários alternativos.

Com as crises da década de 70 (guerras, crise do petróleo, financeira) e o surgimento de novas variáveis mostraram que os sistemas de planejamento estabelecidos eram muito lentos e rígidos para dar conta de conjunturas que exigiam respostas imediatas. Surgiu então a gestão estratégica, que não prescinde do planejamento, mas permite reação imediata da organização aos desafios e às oportunidades que surgem do contexto. As organizações estatais reagiram tardiamente às mudanças de contexto deteriorando sua capacidade de resposta e havendo declínio de sua credibilidade. Novas tecnologias de comunicações e informática permitiram fortalecer a transparência e o consequente controle social das ações do Estado.

Nos anos 80, houve um fortalecimento progressivo da atividade governamental no qual a ação baseada no planejamento deslocou-se para a ideia de política pública. A democratização do sistema político viu-se facilitada pela tecnologia: a descentralização e a participação ficaram mais fáceis do ponto de vista operacional e as mudanças sociais tornaram-se possíveis e desejáveis (SARAIVA, 2007).

Viana (1996) afirma que a produção em matéria de políticas públicas busca analisar o modo de funcionamento da máquina estatal, tendo como ponto de partida a identificação das características das agências públicas fazedoras de políticas públicas; dos atores participantes desse processo de fazer políticas; das inter-

relações entre essas agências e atores e das variáveis externas que influenciam esse processo.

“A política pública é um fluxo de decisões públicas, orientado a manter o equilíbrio social ou a introduzir desequilíbrios destinados a modificar essa realidade” (SARAIVA,2007). Complementa o autor que:

“Com uma perspectiva mais operacional, poderíamos dizer que a política pública é um sistema de decisões públicas que visa a ações ou omissões, preventivas ou corretivas, destinadas a manter ou modificar a realidade de um ou vários setores da vida social, por meio da definição de objetivos e estratégias de atuação e da alocação de recursos necessários para atingir os objetivos estabelecidos.”(SARAIVA, 2007).

A política pública apresenta várias etapas identificadas por autores como Thoening (1985), Hill (1993) e Hogwood(1993), na sequência: O primeiro momento é o da *agenda* ou da inclusão de determinado pleito ou necessidade social na agenda de prioridades do poder público. Em seguida vem a *elaboração* que consiste na identificação de um determinado problema atual ou potencial e a determinação das possíveis alternativas para sua solução. Depois é a vez da *formulação* que é a seleção e especificação da alternativa mais conveniente. A *implementação* vem em sequência, constituída da preparação dos meios para pôr em prática a política pública, com seus planos, programas e projetos. Depois ocorre a *execução* que consiste das ações operacionais para atingir os objetivos da política pública. Segue-se o *acompanhamento* que promove o monitoramento das ações e, finalmente, a *avaliação* que consiste na mensuração e análise a posteriori dos efeitos produzidos pela política pública.

O planejamento aparece assim como um instrumento de *implementação* de uma política pública.

### **2.3 Políticas e planos de recursos hídricos**

Campos (2003) define uma política como um conjunto de princípios e medidas postos em prática por instituições governamentais ou outras, para a solução de certos problemas da sociedade. Afirma que uma política de recursos hídricos é formada por: 1) objetivos a serem alcançados, 2) fundamentos ou

princípios sob os quais deve ser erguida, 3) instrumentos ou mecanismos para implementá-la, 4) uma lei ou arcabouço legal para lhe dar sustentação e 5) instituições para executá-la e fazer seu acompanhamento.

Campos (op.cit.) complementa que as políticas devem ser moldadas para determinados espaços geográficos e respeitar as peculiaridades locais. À medida que se sobe da escala estadual para a nacional a Política Nacional deve ser suficientemente geral para abrigar os aspectos que podem ser aplicados a todos os estados.

Seguindo-se esse raciocínio de Campos, o processo inverso seria verdadeiro: à medida que se desce da escala nacional para a estadual e daí para a escala local deveria aumentar o nível de especificidade da política de recursos hídricos para satisfazer as peculiaridades regionais e locais.

A Política Nacional de Recursos Hídricos surgiu com a Lei Federal 9.433/97 que direcionou a sociedade brasileira para a adoção de um novo modelo de gestão de águas, enquadrado dentro dos preceitos de dominialidade determinados pela Constituição Federal de 1988. Dentro desta política foram propostos seis fundamentos: 1) o domínio das águas, 2) o valor econômico das águas, 3) os usos prioritários, 4) os usos múltiplos, 5) a unidade de gestão e, 6) a gestão descentralizada.

Prescreve a Lei 9.433/97 seis instrumentos de gestão: 1) os planos de recursos hídricos, 2) o enquadramento dos corpos hídricos, 3) a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, 4) a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, 5) a compensação a municípios e, 6) os sistemas de informação de recursos hídricos.

Como se observa o plano de recursos hídricos é considerado o primeiro instrumento de gestão da política nacional de recursos hídricos. Na verdade, houve no passado até recente uma polêmica sobre o que deveria vir primeiro, o plano ou a política? Campos (op.cit.) discorre sobre os processos históricos que levaram à formulação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, quando alguns estados mais avançados na gestão da água, como São Paulo e o Ceará, tomaram a iniciativa de fazer antes os seus respectivos planos estaduais de recursos hídricos, dos quais originou-se o arcabouço legal estadual, e propuseram as instituições para a implementação da política.

Com o advento da Lei 9.433/97, a maioria dos estados que não tinham planos estaduais nem as leis sobre gestão dos recursos hídricos seguiram o caminho inverso na esteira da Lei 9.433/97, primeiramente aprovando a lei e posteriormente elaborando o plano estadual.

Os planos estaduais mantêm uma visão mais geral sobre a gestão e o aproveitamento dos recursos hídricos, deixando os planos de bacias hidrográficas, com suas diversas denominações (planos diretores de bacia, planos de gerenciamento de bacias, etc.) para as funções mais programáticas e detalhistas daquelas ações.

Com relação a planos de bacias hidrográficas, Campos (op.cit.) introduz o tema afirmando que “de uma maneira geral, o processo de planejamento busca mudar, ao menor custo possível, de um cenário tendencial para um cenário desejável” e cita onze regras para desenvolvimento de um bom plano.

Gallego et. al. (2000) propôs diretrizes técnicas para elaboração de planos estaduais de recursos hídricos que incluem os seguintes passos: divisão do território estadual em bacias hidrográficas; análise das disponibilidades hídricas; caracterização dos usos e usuários dos recursos hídricos; caracterização do uso do solo das bacias; proposição de sistemas de controle e planejamento; desenvolvimento do aproveitamento dos recursos hídricos, incluindo projeções de uso dos recursos hídricos; proposta de gerenciamento de recursos hídricos, incluindo o desenvolvimento dos instrumentos de gestão, a orientação para a política estadual de recursos hídricos; e, por último, o planejamento plurianual.

Conejo (2009) questiona se: a avaliação dos planos de bacias elaborados no Brasil indicam contribuições efetivas para resolver problemas e consolidar a sustentabilidade dos recursos hídricos? Cita como exemplos de referência a considerar os planos de bacias do São Francisco, Guandu, Tocantins-Araguaia, rio Doce, Verde Grande, Paranaíba e afluentes da margem direita do Amazonas. Propõe que os planos de bacia devem tratar de assuntos estratégicos como a articulação interinstitucional; os conflitos pelo uso da água; o tema da demanda para irrigação e, o tema qualidade da água.

Conejo (op.cit.) conclui que os planos de bacia devem ter:

- Foco, qual é o problema a resolver?
- Uma evolução do processo de elaboração;



- Uma busca de arranjos que se ajustem à realidade;
- A importância de planos exequíveis, sem devaneios;
- Ter em mente que não é preciso tentar resolver todos os problemas de uma só vez.

Por fim Conejo sugere os objetivos para os planos de bacia apresentados na Figura 2.1.



Figura 2.1: Objetivos dos planos estratégicos de recursos hídricos (Adaptado de Conejo, 2009)

O artigo 7º da Lei 9.433/97 dispõe que os planos de recursos hídricos são planos de longo prazo, com horizontes de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e deverão ter o seguinte conteúdo mínimo:

- diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- análise de alternativas de crescimento demográfico, evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de uso e ocupação do solo;
- balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos em quantidade e qualidade;
- meta de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;

- medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das demandas previstas;
- prioridades para outorga de direito de uso dos recursos hídricos;
- diretrizes e critérios para cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

De fato, o conteúdo mínimo previsto na Lei 9.433/97 se constituiu no paradigma legal de elaboração dos planos de recursos hídricos durante a década passada tendo constado dos Termos de Referência dos planos diretores de bacia e de gerenciamento de recursos hídricos elaborados pelos estados, incluindo o estado do Ceará na elaboração dos planos de gerenciamento das bacias do Jaguaribe e Metropolitanas. Posteriormente, foram acrescentados aos recentes Termos de Referência, novos conteúdos por força do desenvolvimento tecnológico ocorrido na década passada, tal como os aplicativos de geoprocessamento.

Brasil (2010) propõe as diretrizes para a Política Pública (art. 9º) e o Plano de Saneamento Básico (art. 19) da Lei Federal nº 11.445/07, conhecida como a Lei do Saneamento Básico, para os municípios brasileiros elaborarem os Termos de Referência dos serviços de consultoria para elaboração do Plano Municipal e Regional de Saneamento Básico.

As diretrizes do Ministério das Cidades (BRASIL, 2010) preveem que o Plano de Saneamento Básico deve conter no mínimo:

- i. O Diagnóstico integrado da situação local dos quatro componentes do saneamento básico, a saber: abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo de águas pluviais urbanas;
- ii. A definição de Objetivos e Metas municipais ou regionais de curto, médio e longo prazos, para a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico no território, com integralidade, qualidade e prestados de forma adequada à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à redução das desigualdades sociais contemplando:
  - “...O acesso à água potável e à água em condições adequadas para outros usos”;

- iii. O estabelecimento de sistema, instrumentos e mecanismos de gestão apropriados, bem como, programas, projetos e ações, para o cumprimento dos objetivos e metas, e para assegurar a sustentabilidade da prestação dos serviços que contemplem;

“...O atendimento da população rural dispersa mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características sociais e culturais”

[...]

“A adoção de política de subsídios para a população de baixa renda, incluída a definição de parâmetros e critérios para a aplicação de taxas e tarifas sociais”;

No âmbito nacional, o abastecimento de comunidades foi objeto de um programa elaborado pelo IPEA entre 1986 e 1990, denominado Programa Nacional de Saneamento Rural – PRORURAL a partir de um convênio entre o Banco Mundial e o Ministério da Ação Social, com a participação do Ministério da Saúde, que previa atender a 6.000 comunidades rurais entre 1991 e 1994 com investimentos da ordem de R\$ 480 milhões de dólares. Foi o primeiro programa que sinalizou para a participação das comunidades no processo de planejamento, execução e gestão de ações de saneamento. O programa não teve o desempenho satisfatório tendo sido desativado com a extinção do Ministério da Ação Social (IPEA, 1990).

Praticamente estas foram as poucas referências encontradas em planos de recursos hídricos e de saneamento básico com relação à universalização do abastecimento citando a população rural e políticas públicas de subsídios para favorecer a população de baixa renda, as quais são transcrições da Lei Federal nº 11.445/07.

### 3 CONTEXTO DO ESTUDO

#### 3.1 O Problema do Abastecimento de Água Potável nas Comunidades Rurais Difusas

A Conferência de Cúpula das Nações Unidas do ano 2000 estabeleceu dentre as Metas do Milênio (Millennium Development Goals –MDG's) um compromisso para “*reduzir pela metade a proporção da população sem acesso sustentável a água potável e saneamento básico*” (UNITED NATIONS, 2010).

Com relação ao suprimento de água potável, o desafio maior tem sido levar água aos domicílios rurais reduzindo o hiato entre o abastecimento das populações urbanas e as populações rurais. A pior disparidade em termos globais se verifica na Oceania e África subsaariana, porém ainda persiste significativa diferença no acesso a água potável entre áreas urbanas e áreas rurais na América Latina e Caribe e na Ásia Ocidental. Em termos globais, oito em cada 10 pessoas que vivem nas áreas rurais tem dificuldade de acesso à água potável.

No estado do Ceará, o qual é representativo dos demais estados do nordeste brasileiro, segundo dados do ano 2009 da Secretaria das Cidades do Estado, o índice de cobertura com abastecimento de água potável nas zonas urbanas é de 92,14%, enquanto que na zona rural é de 18,88%, corroborando com a assertiva anterior em termos planetários. Conforme o censo demográfico do IBGE de 2010 estas percentagens representam em termos de população absoluta que 498.839 pessoas não têm acesso à água potável em zonas urbanas no Estado do Ceará, ao passo que na zona rural este número é de 1.708.244 pessoas.

No estado da Bahia, o maior e mais populoso da região nordeste, esses índices são de 94,7% de abastecimento na zona urbana e apenas 16% na zona rural, ficando, portanto, muito próximo dos dados relativos ao estado do Ceará.

O alcance daquela meta do milênio pode ser ameaçado pela conjunção de vários fatores, dentre eles se destaca a crise econômica global dos últimos anos colocando em risco a continuidade dos esforços devido à fraqueza da economia global e pela alta de custos de insumos, tais como a energia.

Além da crise econômica, fatores ambientais como as mudanças climáticas e fatores de origem antrópica como a poluição decorrente do incremento das atividades industriais, agrícolas e da expansão urbana, formam um leque de agentes de riscos que comprometem a quantidade e qualidade da água disponível para a população.

A água para abastecimento humano compete economicamente com os demais usos consuntivos onerando progressivamente os custos para sua captação em quantidade suficiente para atender a demanda humana, além dos custos de tratamento que se tornam cada vez mais elevados, mercê da poluição a que estão sujeitos os mananciais superficiais e subterrâneos decorrentes da ação antrópica causada pela expansão da atividade econômica.

Nas zonas rurais do semiárido nordeste este quadro não é muito diferente, pois há uma tendência crescente de poluição dos mananciais superficiais por agrotóxicos empregados nas lavouras e pela eutrofização da água devido ao lançamento de dejetos humanos e animais nos corpos d'água sem nenhum controle ambiental.

A prestação de serviços de saneamento é uma atividade marcadamente dependente da **escala** econômica de atuação dos sistemas. Segundo Turolla (2002) a *“indústria do saneamento tem como característica marcante a presença de custos fixos em capital altamente específico”*. Segundo o autor esta configuração de custos é característica de um:

*“monopólio natural, em que o conjunto de vetores de produção relevantes recai sobre uma faixa em que o custo médio é declinante”.*

[...]

*“O monopólio natural induz um dilema entre a eficiência produtiva e a eficiência alocativa, além de um baixo incentivo ao investimento”.*

[...]

*“A especificidade do capital empregado no setor de saneamento produz subincentivo ao investimento na medida em que o valor de revenda dos ativos se reduz fortemente após o investimento ter sido feito”.*

Como consequência, o setor de saneamento se baseia na gestão pública e local na maior parte do mundo, apresentando como exemplo de exceções a Inglaterra e a França que são paradigmas de duas formas alternativas de operação e regulação do sistema de saneamento, denominados “modelo inglês” e “modelo francês”.

Nas grandes cidades os custos fixos com a construção de reservatórios, redes de distribuição e estações de tratamento de água e esgoto são muito mais expressivos do que os custos operacionais de curto prazo como energia e produtos químicos, fazendo o custo de produção diminuir significativamente com o aumento do nível de produção (CEARÁ, 2008).

Assim, nos grandes centros urbanos há uma economia de escala que não se verifica nas zonas rurais. Mesmo assim até a década de 70 do século passado havia pouca exploração dessa economia no abastecimento público de água no Brasil, beneficiando apenas 12,6% da população total, porquanto os serviços eram municipalizados em pequenas estruturas distintas para abastecimento de água e esgotamento sanitário (ALBUQUERQUE, 2010).

A sistematização de uma Política Nacional de Saneamento no Brasil foi inaugurada durante o regime militar, em 1968, quando foram criados o Banco Nacional de Habitação (BNH) e instituído o PLANASA (Plano Nacional de Saneamento) fomentado com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS).

Foram criadas as companhias estaduais de saneamento que alavancaram a estruturação e exploração comercial dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de uma forma integrada e regionalizada.

O modelo implantado pelo regime militar reconheceu a necessidade de buscar a auto-sustentabilidade econômica por meio da instituição de subsídios cruzados entre localidades, visando viabilizar a implantação de redes de abastecimento em mercados pouco atraentes do interior, com recursos oriundos principalmente das regiões metropolitanas que obtinham grandes economias de escala.

O resultado das políticas iniciadas com a criação do PLANASA foi favorável de forma que no início dos anos 80 o percentual de pessoas atendidas pelo serviço de abastecimento de água havia aumentado para 42 %. Já no censo de 2000 do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística, IBGE, este percentual já estava em 76 %, consolidando o modelo de companhias estaduais. Atualmente os Estados vêm adotando estratégias diferentes para melhorar seu serviço de saneamento, uns vêm optando pela privatização, outros pela municipalização e outros pelo fortalecimento das companhias estaduais, como é o caso do Estado do Ceará (ALBUQUERQUE, 2010)

No entanto, as pequenas comunidades e a população difusa do ambiente rural não foram beneficiadas pelo processo de integração e regionalização dos serviços que, ao menos em relação ao abastecimento de água, proporcionaram um incremento real no atendimento. Se por um lado os índices de cobertura por redes de abastecimento de água são elevados nas sedes urbanas do interior, mesmo nos pequenos municípios, o mesmo não se observa na área rural onde a infraestrutura de saneamento básico, incluso o acesso à água potável, é precária ou inexistente (CEARÁ, 2008).

O Brasil interpretou a Meta do Milênio com uma proposta de **universalização do acesso aos serviços de saneamento básico** estabelecido como o primeiro princípio fundamental definido pela Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007, conhecida como Lei do Saneamento Básico, que propôs as Diretrizes Nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico. Pelo fato de ser uma Lei Nacional e não um Plano de Saneamento Básico não foi estabelecido um horizonte de prazo como uma meta a ser alcançada.

Uma das razões para tanto é o reconhecimento da enorme dificuldade que se apresenta para a universalização do abastecimento humano sustentável nas zonas rurais, e comunidades dispersas no meio rural, em função da vastidão territorial brasileira e das inúmeras peculiaridades regionais, mormente nas regiões norte e nordeste do Brasil, sobretudo no sertão desta última.

*Sustentabilidade* é a palavra-chave de todo o processo de universalização do acesso.

Estes dois termos merecem uma definição mais embasada tanto do ponto de vista técnico quanto do político.

A Lei Brasileira 11.445/07 define *universalização* como “*ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico*”. Por sua vez a Lei define *saneamento básico* como “*conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e, drenagem e manejo de águas pluviais*”. Esta definição expandida do termo “*saneamento básico*” pela Lei Brasileira sugere quão longínquo temporalmente seria o atingimento desta universalização.

Já o termo *sustentabilidade* é percebido explícita e implicitamente na Lei Brasileira nos princípios fundamentais citados no artigo 2º da Lei 11.445/07:

[...]

*III- abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;*

[...]

*V – adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;*

[...]

*VII – eficiência e sustentabilidade econômica;*

[...]

*XI – segurança, qualidade e regularidade.”*

O termo *sustentabilidade* indica implicitamente que um sistema foi implantado e que precisa ser operado e mantido continuamente atendendo aos objetivos para o qual foi construído. No caso da presente tese se trata dos sistemas de abastecimento da demanda hídrica humana de pequenas populações rurais difusas, seja este coletivo ou individual.

O conceito de sustentabilidade é um dos fundamentos essenciais na concepção dos planos de águas municipais.



## 3.2 Contextualização no Estado do Ceará

### 3.2.1 *Contexto Territorial e Climatológico*

O Estado do Ceará tem 86,8% do seu território inserido dentro da região semiárida brasileira, de acordo com a Portaria nº 89, de março de 2005 do Ministério da Integração Nacional. Essa delimitação leva em consideração os seguintes critérios:

- precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm;
- índice de aridez de até 0,5 calculada com base na relação entre as precipitações e as evapotranspirações computadas segundo as Normais Climatológicas do período entre 1961 e 1990;
- risco de seca maior do que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

A Figura 3.1 apresenta o mapa da região semiárida do Estado do Ceará (IPECE, 2011).

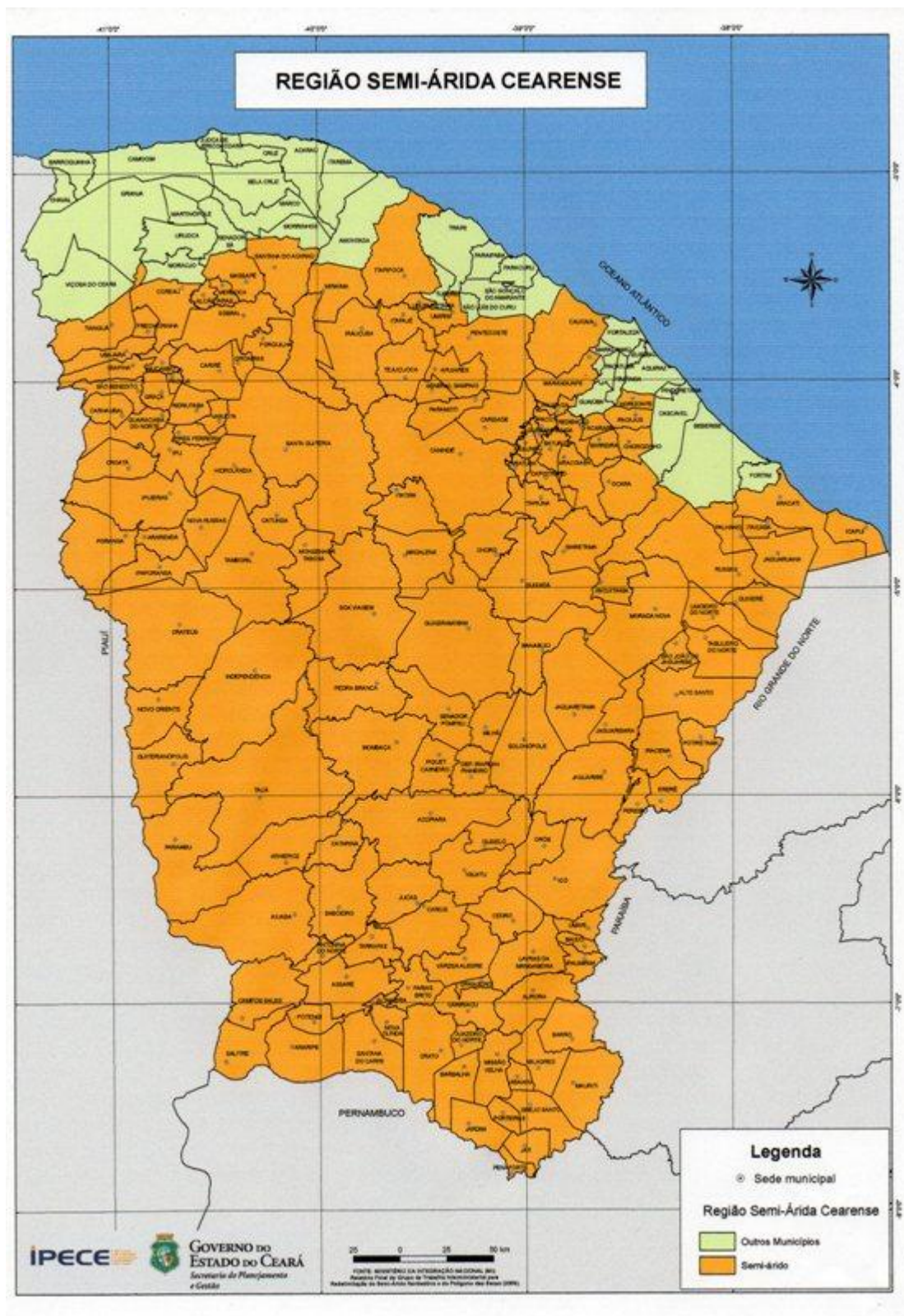


Figura 3.1: Mapa da Região Semiárida do Ceará (IPECE, 2011)

Outras características marcantes da região semiárida cearense são:

- cobertura vegetal de caatinga;
- embasamento cristalino predominante;
- solos geralmente rasos, pouco permeáveis e sujeitos à erosão;
- rios intermitentes, na sua maioria;
- eventos hidrológicos extremos alternados entre secas e cheias;
- temperaturas altas com insolação intensa, da ordem de 2800 horas por ano e taxas elevadas de evaporação, da ordem de 2.100 mm anuais;
- escoamento específico reduzido, de 4 L/s/km<sup>2</sup> ou 1.260 m<sup>3</sup>/ha/ano (CEARÁ, 2005).

Afora as condições climáticas adversas o domínio geológico cristalino cobre 75% do território cearense. As águas subterrâneas são condicionadas pelo substrato cristalino, o qual permite a acumulação de água apenas nas suas fraturas, formando aquíferos de baixa produtividade e alta salinidade, requerendo, na maioria das vezes, processo de dessalinização da água captada em poços profundos para fins de abastecimento humano.

O domínio sedimentar é restrito a quatro ocorrências: na faixa costeira, representado pelos aquíferos Barreiras e Dunas; na Chapada do Apodi, representados pelos aquíferos Açu e Jandaíra; na região do Cariri Cearense, pelas formações Rio da Batateira, Missão Velha, Barbalha e Exu, e na região da Serra da Ibiapaba, representado pelo aquífero Serra Grande. São também citadas as formações sedimentares aluvionares distribuídos ao longo dos vales dos rios Banabuiú, Jaguaribe e Acaraú e, depósitos sedimentares na bacia do Iguatu.

A Figura 3.2 apresenta o mapa dos domínios geológicos do Estado do Ceará (CEARÁ, 1992).

### CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS

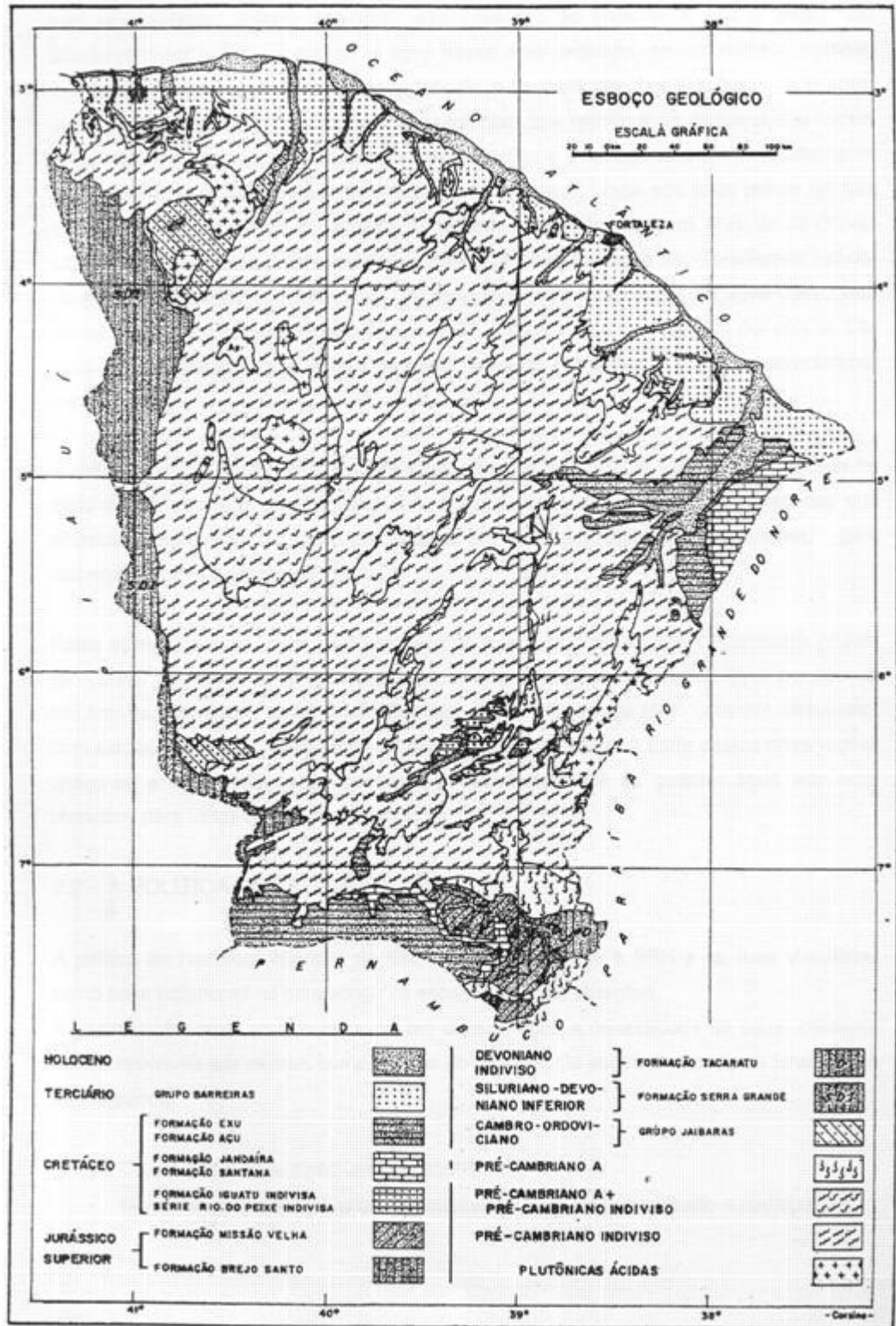


Figura 3.2: Domínios Geológicos do Ceará  
(Fonte: CEARÁ, PERH, 1992)

As estações do ano se resumem a duas: a estação chuvosa e a estação seca. A estação chuvosa se concentra no primeiro semestre do ano e pode ser subdividida em pré-estação (no mês de janeiro), estação chuvosa (de fevereiro a maio) e pós-estação chuvosa (em junho). A estação seca ocorre ao longo de todo o segundo semestre.

Os fenômenos meteorológicos formadores de chuvas no estado são: ZCIT – Zona de Convergência Intertropical, atuando nos meses de fevereiro a maio sendo a maior responsável pela ocorrência das chuvas durante a estação úmida; as Ondas de Leste e os Complexos Convectivos de Mesoescala, responsáveis pelas chuvas da pós-estação; frentes frias e vórtices ciclônicos de ar superior na pré-estação.

A atuação de vários sistemas meteorológicos com características e escalas diferentes promove uma variabilidade espacial e temporal e quantitativa da estação chuvosa, com a presença de veranicos, distribuição espacial irregular e diferentes climatologias de chuvas, com forte influência das condições termodinâmicas dos Oceanos Pacíficos (El niño e La niña) e Atlântico (Dipolo do Atlântico). Estes fenômenos são responsáveis pela ocorrência de eventos normais de estação chuvosa e eventos extremos de secas e cheias, os quais oscilam periodicamente.

Com relação às secas, Campos (1994) afirma que o nordeste semiárido tem sido caracterizado, desde o início de sua história, pelo estigma das secas. Desde o início da colonização portuguesa do nordeste são relatadas observações de secas. Somente entre os séculos XVI e XVII, de um total de 294 anos observados ocorreram 71 episódios de secas no nordeste.

As secas são decorrentes da interação entre o meio físico e as estruturas socioeconômicas nele instaladas. Embora a causa primária seja a insuficiência ou irregularidade de chuvas durante a estação chuvosa, existe uma sequência de causas e efeitos que se atribuem sucessivamente a denominação de seca (CAMPOS, 1994).

Várias definições sobre secas são aplicáveis, segundo Campos:

- A *seca climatológica* é aquela que indica uma deficiência ou distribuição irregular do total de chuvas em relação ao padrão normal esperado. Resulta de causas naturais relativas à circulação global da atmosfera e oceanos no planeta. Tem como consequência a redução da produção agrícola e dificuldade para atendimento da população em centros urbanos e outros usos;

- A *seca edáfica* se caracteriza pela insuficiência ou distribuição irregular das chuvas que ocasiona uma insuficiência de umidade no sistema radicular das plantas, que resulta em considerável redução da produção agrícola. É o tipo de seca que ocasiona os maiores impactos socioeconômicos no nordeste semiárido, como a fome, a imigração e desagregação de famílias;

- A *seca hidrológica* ou de suprimento de água é aquela que promove a insuficiência de água nos rios e reservatórios para atendimento das demandas já estabelecidas. Pode ser causada por uma sequência de anos com deficiência de escoamento superficial ou pelo mau gerenciamento dos recursos hídricos acumulados nos açudes. É o tipo de seca que mais afeta os sistemas de abastecimento de cidades ou das áreas de irrigação.

Campos (op.cit.) conclui que: “ *os efeitos mais graves das secas ocorrem de um descompasso momentâneo entre a oferta de água, provida irregularmente pela natureza, e as necessidades para uma determinada atividade geradas pela sociedade.*”

### 3.2.2 Contexto do Abastecimento Hídrico no Ceará

O Estado do Ceará possui atualmente uma disponibilidade hídrica global concentrada superior à sua demanda, porém, como ela é mal distribuída espacialmente e temporalmente, seja devido à localização geográfica das fontes hídricas de reserva e exploração, seja pela sazonalidade inerente ao regime climatológico da região, há uma deficiência na quantidade e qualidade da água para suprimento das demandas, em particular, do abastecimento da população rural difusa (CEARÁ, 2008).

O modelo de acumulação das águas em grandes açudes estratégicos para regularização dos rios e atendimento às grandes demandas concentradas de zonas urbanas (abastecimento humano, industrial e comercial) e perímetros de irrigação tem se mostrado satisfatório e mesmo, como uma única alternativa atual para prover o desenvolvimento macroeconômico do estado.

No entanto, a democratização do acesso à água ainda não é uma realidade plena no estado, sobretudo para a população rural difusa e pequenas localidades no interior, caracterizando um ambiente de insegurança hídrica, entendendo-se o

conceito de segurança hídrica como água em quantidade, qualidade e regularidade suficiente para atender à demanda. A restrição ao acesso se dá não somente pela má distribuição dos recursos hídricos, mas também pela desigualdade socioeconômica da população.

A água é um bem público, definido na legislação brasileira pela Constituição Federal de 1988 e pela sua regulamentação através da Lei Federal nº 9.433/97 e, no estado, pela Lei Estadual 11.996/92, porém não é vista desta forma por parte significativa da população. De forma consuetudinária *“existem localidades onde o recurso (hídrico) fica detido por grupos que o consideram como sua propriedade, não reconhecendo a sua função social. [...] a água privatizada continua nos dias de hoje gerando conflitos e lides judiciais.”* (CEARÁ, 2008).

A população rural difusa é dispersa no território, mas, de uma forma geral se agrupa próxima dos recursos hídricos existentes (rios, riachos, aluviões, açudes, poços, etc.). Sem água não haveria vida nem atividade econômica de subsistência. A colonização do interior do nordeste e do Ceará que começou nos anos de 1650 ocorreu pelos vales de rios e riachos que se constituíam em caminhos abertos e proviam o acesso à água no próprio leito durante a estação chuvosa ou nos seus aquíferos aluvionares associados por meio de poços escavados durante a estação seca.

Ainda hoje esta forma de abastecimento é usada, de maneira geral, pela população rural difusa para o abastecimento de rebanhos e também para usos domésticos. Durante a ocorrência de secas o abastecimento com carro pipa é na maioria das vezes a única forma de socorro às populações rurais dispersas no semiárido, bem como em pequenas comunidades rurais difusas.

O abastecimento concentrado das sedes municipais e maiores distritos urbanos é realizado por diferentes agentes controlados pelo poder público. Segundo o Pacto das Águas (2008), dos 184 municípios cearenses, 149 são abastecidos pela companhia estatal de economia mista CAGECE, 26 pelos SAAE's, a cidade do Crato é abastecida por uma operadora SAAEC e as demais cidades pela administração direta dos municípios.

A CAGECE opera os sistemas de 149 municípios incluindo a capital do estado, que representa sua principal fonte de receita, e tem um índice de cobertura de 88,06 % na capital e 85,52% no interior do estado. Dos 149 municípios, cerca de



56 são abastecidos por captação de água subterrânea, algumas das quais de poços aluvionares à margem de rios perenizados, sendo exemplo de sinergia entre as águas superficiais e subterrâneas (CEARÁ, 2008).

Há controvérsias quanto ao número de municípios que possuem SAAE no Ceará. O cadastro SNIS aponta para 20 municípios, enquanto que o SINDIÁGUA afirma que são 27 municípios, por outro lado o SISÁGUA afirma que são 35 municípios abastecidos por SAAE's. Os dados do SISÁGUA são oriundos do cadastro informado às Vigilâncias Ambientais das Secretarias Municipais de Saúde. Essa controvérsia denota a necessidades de melhoria e consistência do cadastro das formas de abastecimento utilizadas pela população no Ceará.

Há ainda o SISAR que é uma organização não governamental, sem fins lucrativos, formada pelas associações comunitárias que possuem sistema de abastecimento de água e esgoto pertencentes a uma mesma bacia hidrográfica ou circunvizinhança e atuam:

*“sob um modelo de gestão atendendo pequenas comunidades rurais, em que o poder público fica responsável pela estrutura física e a comunidade pela manutenção e operação dos sistemas de abastecimento d'água e esgotamento sanitário. Cada SISAR é formado pelas associações das comunidades beneficiadas com o saneamento rural, localizadas por bacias hidrográficas”.* (COUTO SILVA, 2009, p.7).

Este modelo de gestão foi constituído com o objetivo de realizar o que as comunidades sozinhas não conseguiam, ou seja, realizar a manutenção e o gerenciamento dos sistemas implantados de forma eficiente. Para tanto, verificou-se que era necessário envolver as comunidades beneficiadas e contar com acompanhamento técnico especializado.

São condições necessárias para a implantação de um SISAR:

- a) Associação para administrar;
- b) Operador do sistema;
- c) Manutenção e tratamento da água;
- d) Energia elétrica.

O sistema SISAR tem bases nas bacias cearenses do Acaraú/Coreaú, com sede em Sobral; Curu/Litoral, com sede em Itapipoca; Metropolitana, com sede em



Fortaleza; Parnaíba, com sede em Crateús; Banabuiú, com sede em Quixadá; Baixo/Médio Jaguaribe, com sede em Russas; Alto Jaguaribe, com sede em Acopiara e, Salgado, com sede em Juazeiro do Norte.

Há 119 municípios atendidos pelo SISAR com 528 localidades, atendendo a uma população de quase 300.000 pessoas (CAGECE, 2011).

O SISAR atua na faixa de 50 a 250 famílias por comunidade, atendendo a populações de 250 até 1250 pessoas. A gestão realizada pelo SISAR é limitada aos núcleos populacionais acima de 50 famílias para assegurar sua sustentabilidade. Não existe ainda acompanhamento público para a gestão de pequenos sistemas abaixo de 50 famílias.

A população rural difusa esteve, praticamente, alijada da evolução de atendimento assistida na infraestrutura de saneamento nas últimas décadas, enfrentando ainda dificuldades para viabilizar economicamente a provisão dos serviços por não possuir a economia de escala inerente aos centros metropolitanos. Permanece para essa população a vulnerabilidade extrema, da qual a dependência recorrente ao carro-pipa é figura emblemática (CEARÁ, 2008).

De forma contundente se afirma no Pacto das Águas:

*“ Pode-se constatar que o abastecimento de água das populações difusas, mesmo com os sistemas já implantados, não é suficiente. Não se tem garantia de abastecimento de água em termos de quantidade, nem de qualidade, o que caracteriza uma situação de insegurança hídrica para o abastecimento humano e, principalmente, para a segurança alimentar dessas populações. Esta insegurança é um dos fatores desencadeadores do êxodo rural, limitando o desenvolvimento sustentável e autônomo da população difusa.”*

Outra constatação é que mesmo nos casos de sistemas de abastecimento já implantados para comunidades rurais de maior porte, a gestão é ineficiente. Não existe sistema de gestão para obras de infraestrutura hídrica na zona rural. A operação e manutenção dos sistemas existentes é deficitária ou de difícil sustentabilidade.

Outras constatações importantes do Pacto das Águas são:

*“A água é ainda instrumento de poder local, e este poder impede a democratização do seu acesso. Percebe-se este fato, por exemplo, em alguns programas que alocam e implantam cisternas.*

[...]

*As interferências políticas, a chamada “indústria da seca”, dificultam o desenvolvimento de programas realmente eficazes e estruturantes para substituir os carros-pipa, que permanecem em quantidade excessiva e cujo controle público e vigilância ambiental da água distribuídas são deficientes.*

[...]

*O paternalismo e as ingerências políticas em excesso atrofiam a capacidade das comunidades de se autodesenvolverem. O associativismo e o cooperativismo existentes ainda são incipientes, precários ou pouco estimulados, principalmente porque, de forma geral, as estruturas foram artificialmente instaladas em função de interesse políticos, ou mesmo de políticas públicas equivocadas.”*

[...]

*“O abastecimento de água para núcleos populacionais abaixo de 100 famílias ou, na maioria das vezes, de menos de 50 famílias que vivem dispersas no território sertanejo, é na maioria dos casos inviável economicamente.” (CEARÁ, 2008).*

O documento do Pacto das Águas conclui:

*“ Essa inviabilidade econômica se deve, principalmente, aos custos das infraestruturas hídricas e à falta de um modelo de gestão apropriado aos pequenos sistemas de abastecimento que garanta a sustentabilidade dos mesmos, permitindo um atendimento contínuo e de qualidade às comunidades. É necessário, portanto, buscar modelos apropriados às condições locais.”*

O conjunto de citações diretas inerentes ao Pacto das Águas demonstra o reconhecimento da sociedade e do Poder Público do Estado do Ceará sobre a dificuldade de se equacionar o problema do abastecimento das pequenas comunidades rurais dispersas no semiárido e no sertão cearense. O problema seria resolvido não somente com o aperfeiçoamento do modelo institucional e de ações

de natureza estrutural, a partir da construção de sistemas de abastecimento para suprir a população rural difusa, mas exigiria também a mudança de vícios políticos e culturais que interferem com o acesso à água no sertão semiárido, como resultado de séculos de tradição oligárquica das elites dominantes.

#### **4 POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO E A PROBLEMÁTICA DO CARRO PIPA**

As características climáticas semiáridas do Nordeste Brasileiro tem como resultado mais evidente a distribuição irregular das chuvas no espaço e no tempo. A transformação das chuvas em deflúvio que abastece os reservatórios superficiais e aquíferos está sujeita a esta distribuição irregular promovida pela natureza. No entanto o padrão de consumo de água pela sociedade é pouco variável no tempo e apresenta uma linha de tendência crescente, salvo raríssimas exceções. Assim, a estocagem de água em reservatórios durante a estação úmida para uso durante o período de estiagem é uma técnica de origem milenar que ainda promove resultados aceitáveis na conjuntura global para a convivência com as secas no semiárido (CAMPOS, 1996).

No Nordeste Brasileiro a estação chuvosa ocorre durante o primeiro semestre do ano e está sujeita a uma alta variabilidade de longo termo, apresentando anos ora com pluviosidade acima da média com cheias e enchentes, ora com pluviosidade em torno da média normal e, ora com pluviosidade abaixo da média normal, característica das secas. O segundo semestre é sempre seco, caracterizando o período de estiagem anual, independentemente da classificação da quadra chuvosa do ano em referência. Essa característica do clima nordestino é o que se denomina de modelo mutuamente exclusivo com o ano dividido em duas estações: a úmida e a seca (CAMPOS, 2005).

A sobrevivência das populações rurais difusas no semiárido está condicionada à existência de uma fonte hídrica de suprimento, na grande maioria representada por pequenos reservatórios superficiais denominados de barreiros (Figura 4.1) que enchem durante a estação chuvosa e suprem de água os usos domésticos e a dessedentação animal durante a estação seca. Em anos de baixa pluviosidade (anos secos) é frequente o não enchimento destes reservatórios e a sua rápida depleção durante os meses de estiagem a partir dos meses de agosto, setembro e outubro de cada ano, dependendo da região.



Figura 4.1: Fotografia de açude-barreiro no Ceará.

A água acumulada nos barreiros durante as estiagens é reduzida quantitativamente pela alta taxa de evaporação reinante no semiárido, pelo consumo humano, pelos usos domésticos como a lavagem de roupas e lançamento de dejetos e, pela dessedentação animal. Estes usos afetam a qualidade da água tornando-a inapropriada para consumo humano. O resultado é que em anos secos, durante as estiagens rapidamente ocorre uma depleção das fontes hídricas requerendo o acionamento de medidas emergenciais de abastecimento das comunidades rurais por meio de carros-pipa.

Durante décadas a operação carro pipa tem sido a única política pública direcionada ao abastecimento d'água das comunidades rurais difusas, com recursos do Governo Federal e dos Estados. A operação carro pipa quando sub-rogada aos estados para operacionalização tem servido como um instrumento de poder político das lideranças estaduais, municipais e locais, pautada numa política assistencialista e clientelista enviesada que levou o Governo Federal, nos anos mais recentes, a retirar dos estados e municípios a prerrogativa de pôr em prática a operação e a empregar o próprio Exército Brasileiro, respaldada na sua reserva moral e princípios de disciplina e hierarquia, para operacionalizar o atendimento, visando diminuir a influência daquela política clientelista. O sucesso, porém, não tendo sido o esperado.

#### **4.1 O Processo de Acionamento do Abastecimento por Carros-Pipa**

Até o ano de 2006 a Operação Pipa era executada pela Defesa Civil dos estados. A partir daí, o Ministério da Defesa (MD) e o Ministério da Integração Nacional (MI) através da Portaria Interministerial nº 7 de 10 de agosto de 2005, atribuíram ao Exército Brasileiro a responsabilidade de fornecer apoio às ações de distribuição emergencial de água no semiárido brasileiro (CEARÁ, 2010).

Para que seja deflagrado o processo de abastecimento por carros-pipa é necessária a decretação de Estado de Emergência no município pela Prefeitura Municipal, ouvido o COMDEC no âmbito municipal, que avalia os riscos, os danos e solicita a decretação. A partir de então o processo é enviado ao CEDEC no âmbito do Estado que envia equipe ao local para a verificação das informações e remete relatório ao Ministério da Integração Nacional.

É necessária ainda a homologação do Decreto de Estado de Emergência pelo Governador do Estado e a aprovação do pedido de assistência emergencial pelo Conselho Nacional de Defesa Civil. Os seguintes documentos são exigidos:

- Decreto de Estado de Emergência emitido pela Prefeitura Municipal;
- Decreto de Homologação do Estado de Emergência pelo Governo Estadual;
- Cópia da publicação da Homologação no Diário Oficial do Estado;
- Formulário de Avaliação de Danos – AVADAN;
- Mapas e croquis da área afetada;
- Parecer do órgão de coordenação do Sistema Nacional de Defesa Civil;
- Declaração Estadual de Atuação Emergencial, conforme Decreto Nº 5.376 (artigo 17, parágrafo 3º).

O processo demanda em torno de 15 dias até o início da distribuição da água. O Exército é o responsável pelo cadastramento de famílias, definição das rotas, periodicidade do abastecimento, quantidade de litros de água a ser fornecido por mês, local de colocação da água, atestador do recebimento, seleção de pipeiros,

definição das fontes de captação da água, administração e fiscalização da distribuição da água.

Para o controle na distribuição da água, cada agrupamento de famílias recebe uma senha que deverá ser entregue aos pipeiros em cada fornecimento (Figura 4.2). O valor pago aos pipeiros corresponde às despesas com quilometragem, manutenção do carro e transporte da água. No caso de atendimento espontâneo, a comunidade paga entre R\$ 55,00 e R\$ 100,00 por carrada de 7 m<sup>3</sup> dependendo da distância da comunidade até a fonte de abastecimento.

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
23º BATALHÃO DE CAÇADORES  
- OPERAÇÃO PIPA -

**No 21697**

Distribuição Emergencial de Água no Semi-Árido Cearense

Período de PREVISTO a FEVREIRO

Município: MILHÃ Roteiro: 03

Localidade: Sítio Cipó

Responsável: Maria do Marinho

DISQUE DENÚNCIA: (85) 3281.5746

Figura 4.2: Modelo de cartão para controle e pagamento de carro pipa (Sítio Cipó, Milhã, 2009)

O período de distribuição da água por carro-pipa varia de acordo com a comunidade podendo se estender por todo o ano, no caso de secas de longa duração, ou compreender apenas os meses de estiagem entre outubro e fevereiro antes da quadra chuvosa, o que ocorre na maioria dos casos.

#### 4.2 A Frequência de Abastecimento por Carro-pipa nos Municípios Cearenses

O Estado do Ceará é um dos estados do Nordeste Brasileiro que mais demanda abastecimento de populações rurais com ações emergenciais por carros-

pipa. Durante a seca dos anos de 1997/1998 foram decretados estados de emergência em 142 dos 184 municípios cearenses (77%).

No ano de 2009 foram atendidas 351.140 pessoas com abastecimento por carros-pipa. Em todo o nordeste, durante o ano de 2009, a população atendida foi de 1.190.933 pessoas distribuídas em 542 municípios dos estados nordestinos. A Bahia teve o maior número de municípios em situação de emergência, com 153 municípios, seguido do Ceará, com 93; Paraíba, com 77; Pernambuco, com 73; Piauí, com 58; Minas, com 43; Rio Grande do Norte, com 41 e Alagoas com 4. O custo desta Operação Pipa segundo o Ministério da Integração Nacional foi de R\$ 144.000.000,00 entre janeiro e novembro daquele ano (JORNAL O POVO, 2009, apud CEARÁ, 2010).

A Tabela 4.1 apresenta o número de municípios atendidos por Operação Pipa nos últimos sete anos.

TABELA - 4.1

Nº de Municípios Atendidos por  
Operação Pipa no Ceará

Ano	Nº de Municípios
2003	66
2004	2
2005	121
2006	141
2007	139
2008	93
2009	72

Fonte: CEARÁ (2010, p.23)

De fato, o abastecimento por carro pipa tal como é empregado ainda hoje, ou seja, com periodicidade anual para abastecer as comunidades rurais dispersas durante os meses de outubro a janeiro, durante a estação seca sazonal, mesmo em anos com pluviosidade normal ou acima da média, era para ser uma exceção que se tornou regra.

O abastecimento com carro pipa não seria compatível com um planejamento estratégico racional e se justificaria pela inércia e incapacidade do poder público de



proporcionar ações de abastecimento às comunidades até mesmo em situações climáticas normais.

O abastecimento por carro pipa deveria ser uma alternativa a ser considerada somente em situações de “secas verdadeiras” quando a pluviosidade anual não tivesse sido suficiente para proporcionar uma recarga mínima aos mananciais de abastecimento, ou seja, em reais eventos de secas climáticas periódicas. Mesmo considerando a hipótese de abastecimento por carro pipa durante os eventos de secas verdadeiras seria necessário um Plano Racional de Operação. O modelo atual operacionalizado pelo Exército Brasileiro apresenta falhas em virtude das limitações de informações disponíveis para seus planejadores.

#### **4.3 Políticas Públicas de Convivência com o Semiárido**

A partir do grande evento de seca de 1997/1998, vários projetos governamentais começaram a ser postos em prática visando implantar sistemas de abastecimento d'água simplificados nas comunidades rurais do Estado do Ceará.

O objetivo das ações era a substituição gradual do abastecimento com carros-pipa e que levassem até as comunidades mais distantes, águas de qualidade e em quantidade suficiente para prover o abastecimento humano e a segurança alimentar daquelas populações.

O Estado do Ceará havia criado em 1987 a Secretaria dos Recursos Hídricos (Lei Nº 11.306 de 1º de abril de 1987) com o intuito de estabelecer instrumentos técnicos, jurídicos e institucionais voltados para aplicação de uma nova política de águas que viesse a reduzir a vulnerabilidade do Estado às secas (CEARÁ, 2010).

Na primeira fase de sua existência a SRH atuava muito mais com o viés da expansão da fronteira irrigada enquanto a Secretaria de Agricultura era responsável pela agricultura de sequeiro. Apesar disso, a SRH patrocinou a elaboração do primeiro Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PERH entre 1989 e 1992 dando ao Estado do Ceará um instrumento de planejamento que propunha um novo modelo de gestão baseada no gerenciamento participativo e fornecia as bases técnicas, conceituais e legais para criação do novo sistema.

O PERH/1992 adotou como unidade de planejamento e gestão a bacia hidrográfica, tendo subdividido o Estado do Ceará em onze bacias: Metropolitana, Curu, Litoral, Acaraú, Coreaú, Parnaíba, Salgado, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e Banabuiú.

Em 24 de julho de 1992 foi editada a Lei Estadual nº 11.996 que instituiu a Política Estadual dos Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992).

Destaca-se ainda do ponto de vista da estruturação organizacional do Estado para o setor de recursos hídricos a criação da Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) em 1987 (CEARÁ, 1987b) e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) em 1993 (CEARÁ, 1993), a primeira dedicada à execução de obras de infraestrutura hídrica e a segunda destinada ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Estas instituições formaram o corpo executivo do Estado do Ceará para a implantação de políticas públicas voltadas para a ampliação da infraestrutura hídrica, e a implantação de um novo modelo de gestão alicerçado na participação da sociedade com a criação dos comitês de bacia.

Foram então financiados e postos em prática diferentes programas no âmbito dos governos Estadual e Federal para ampliação da oferta hídrica, desenvolvimento institucional e obras e ações para melhorar a convivência da população cearense com o semiárido. Alguns se destacam:

- PROURB-RH (1994): Componente hídrico, financiado pelo BIRD (57%) e contrapartida do Estado do Ceará (43%) compreendendo recursos da ordem de US\$ 120 milhões para elaboração de projeto de 23 barragens, construção de 16 açudes e 335 km de adutoras, recuperação de 28 barragens, além de diversas ações na área de gestão dos recursos hídricos e do desenvolvimento institucional, incluindo planos diretores ou de gerenciamento para as bacias hidrográficas do Curu, Metropolitanas e Jaguaribe (CEARÁ, PLANERH, 2005);

- PROÁGUA/Semiárido (1998): Um subprograma do Projeto Avança Brasil, tendo como objetivo a promoção do uso racional e sustentável, e o gerenciamento participativo dos recursos hídricos no Brasil, com ênfase no Nordeste. Vinculado à

Agência Nacional de Águas e ao Ministério da Integração Nacional tinha como prioridade o fornecimento de água potável à população do semiárido por meio da construção de barragens e adutoras;

- PROGERIRH (1997): Criado pelo Estado do Ceará em parceria com o Banco Mundial visava a aplicação de recursos financeiros da ordem de US\$ 247 milhões, sendo 55% do BIRD e 45% do Ceará, visando: (i) ampliar a oferta hídrica e a garantia para os múltiplos usos, e aumentar a eficácia do sistema integrado; (ii) promover o uso múltiplo eficiente e a gestão participativa dos recursos hídricos; (iii) promover a melhoria do uso do solo, através do manejo adequado de micro-bacias críticas (CEARÁ, PLANERH, 2005);

- PRODHAM (2001-2009): Constitui um subprojeto do programa PROGERIRH, atua realizando obras e serviços voltados para a preservação e recuperação de áreas degradadas no âmbito de quatro microbacias da região do semiárido cearense. Inclui ações de construção de infraestruturas para evitar as perdas de solo e água (terrações verdes, cordões de contorno, barragens de pedra sucessivas, barragens subterrâneas, cisternas e poços profundos), além de diversas outras ações de assistência técnica e educação ambiental para manejo do solo e da água, capacitação de técnicos e agricultores (PRODHAM, 2011);

- Programa de Abastecimento de Água de Pequenas Comunidades Rurais: Programa desenvolvido no âmbito da SRH a partir da implantação de sistemas de abastecimento de água em pequenas comunidades rurais com obras implantadas pela SOHIDRA. Consiste na construção de poços no embasamento cristalino, mesmo com as limitações de vazão e qualidade de água, em combinação com a utilização de dessalinizadores ou associados ao uso adequado de cisternas individuais. Tem como princípios a busca da auto-sustentabilidade, a parceria com prefeituras e empresas de saneamento e a necessidade de conscientização da própria comunidade (SRH, 2011);

- Poços do Sertão: Programa iniciado pela extinta SEAGRI em 2002, visava a construção de poços aluvionais em todo o Estado do Ceará. Até junho de 2002 foram implantados 2.771 poços rasos em 87 municípios, com meta de alcançar até 5.000 poços rasos em 2003;

- Projeto São José (PSJ): Oficialmente denominado de Programa de Combate à Pobreza Rural, o Projeto São José foi iniciado em 1999 com financiamento do Banco Mundial (75%), Governo do Estado (15%) e contrapartida das comunidades (10%) tendo como objetivo melhorar as condições de vida de milhares de famílias na zona rural, atuando em 177 municípios. Faz parte do PACS – Programa de Ações de Convivência com a Seca. O PSJ financia a aquisição de implementos agrícolas para associações de produtores rurais e obras de abastecimento para pequenas comunidades rurais até 50 famílias. A SOHIDRA executa obras de abastecimento nas comunidades rurais, já tendo sido realizadas mais de 1.400 projetos. Para ser beneficiária de uma obra hídrica pelo PSJ a comunidade precisa estar organizada em uma associação legalmente constituída; ser registrada em cartório; fazer uma carta proposta solicitando o benefício; e, elaborar o projeto através de um técnico credenciado (CEARÁ, 2010; SOHIDRA, 2011);

- Programa Cisternas: É um programa desenvolvido no âmbito da Secretaria do Desenvolvimento Agrário com recursos do Ministério do Desenvolvimento Social que como objetivo a construção de cisternas no semiárido, para beneficiar famílias de baixa renda que não disponham de fonte de água ou meio suficientemente adequado para armazená-la, a fim de suprir suas necessidades básicas. É necessário que a família esteja enquadrada nos critérios de elegibilidade do Programa Bolsa Família, do governo federal. Para a construção de cisternas no Semiárido, o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) assinou termo de parceria com a Associação Programa 1 Milhão de Cisternas (AP1MC). O Programa 1 milhão de cisternas – P1MC, gerenciado pela sociedade civil, busca ofertar alternativas tecnológicas para o aproveitamento das águas de chuva, visando solucionar ou amenizar o problema de escassez ou falta de água potável nas áreas rurais do semiárido brasileiro. Convênios com as mesmas características do P1MC são celebrados com os municípios e o Estado (69.028 cisternas até dezembro de 2009). Recentemente, em abril de 2010, a SDA lançou edital para construção de mais 22.500 cisternas de placas e há previsão de implantar de mais 145 mil cisternas até 2014 (CEARÁ, 2010);

- PRONAF: Programa do Governo Federal lançado em 1995, atualmente com várias linhas de crédito para projetos individuais ou coletivos que gerem renda aos agricultores familiares ou assentados da reforma agrária. Há uma linha específica de crédito para agricultores do nordeste brasileiro, denominada Pronaf Semiárido, para o financiamento de investimentos em projetos de convivência com o semiárido, focados na sustentabilidade dos agroecossistemas, priorizando infraestrutura hídrica e implantação, ampliação, recuperação ou modernização das demais infraestruturas, inclusive aquelas relacionadas com projetos de produção e serviços agropecuários e não agropecuários, de acordo com a realidade das famílias agricultoras da região semiárida (PRONAF, 2011);

- FUNASA: órgão vinculado ao Ministério da Saúde, porém atua em cooperação com o Ministério das Cidades, e convênios com Estados e Prefeituras Municipais construindo sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em comunidades e assentamentos rurais. Possui um programa específico para Saneamento Rural para assentamentos de reforma agrária, áreas extrativistas e escolas rurais (FUNASA, 2011).

- PACTO DAS ÁGUAS: Foi um estudo recente coordenado pelo Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. O Pacto das Águas teve por objetivo articular o Poder Público e a sociedade civil cearense para um planejamento estratégico acerca dos recursos hídricos do Estado, oferecendo soluções para uma gestão sustentável das águas no Ceará (CEARÁ, 2008, 2009, 2010).

O Pacto foi integrado por órgãos dos executivos estadual e federal, pelo poder público municipal, universidades, sociedade civil e pelos comitês de bacias. No evento de lançamento do Pacto, o Governador do Estado Cid Gomes defendeu a extinção do uso dos carros pipa no Ceará. De acordo com suas palavras, a existência de caminhões para a distribuição de água era uma “vergonha” que deveria ser erradicada de uma vez por todas.

O Pacto teve por objetivo construir, de forma conjunta e participativa, um conhecimento sobre a realidade dos recursos hídricos do Estado e buscou identificar propostas de como superar os desafios, a posição de cada município diante destes desafios, visando definir ações, responsabilidades e compromissos locais no seu enfrentamento, contribuindo assim para uma melhor política pública voltada para a questão da água e, conseqüentemente, pela melhoria das condições de vida da população (CEARÁ, 2010).

No documento “Cenário Atual dos Recursos Hídricos do Ceará”<sup>1</sup> ficaram evidenciados como “grandes desafios” para o estabelecimento do Plano Estratégico dos Recursos Hídricos:

- . Estabelecer políticas públicas capazes de induzir o modelo de desenvolvimento que considere as vocações do Estado, sua estrutura social, cultural e ambiental com justiça e equidade na gestão das águas;
- . Estabelecer e implementar uma política estadual de convivência com o semiárido continuada e construída de forma descentralizada e participativa;
- . Desenvolver consciência e a capacidade de convivência com o semiárido a partir de programas de comunicação permanente, educação ambiental formal e para a sociedade em geral, contextualizados para o meio rural e urbano;
- . Garantir a articulação interinstitucional e adequação legal para efetivação do SIGERH de acordo com seus princípios, objetivos e diretrizes;
- . Garantir de forma sustentável, água em quantidade e qualidade para os múltiplos usos da população difusa;
- . Estrutura política de saneamento sustentável que contemple todos os portes de sistemas e as necessidades da população, seja em grandes aglomerados ou pequenas localidades rurais com controle social, regulação, fiscalização e monitoramento público, buscando a universalização do acesso com qualidade;

---

<sup>1</sup> Documento elaborado pelo Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, da Assembléia Legislativa do Estado do Ceará sob coordenação de ; Eudoro Walter de Santana em 2008.

- Garantir o aumento da oferta hídrica nos seus diferentes aspectos complementar a infraestrutura de acumulação, interligar bacias e melhorar a eficiência na demanda.

A partir dos desafios apresentados, as discussões levaram à elaboração do Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará (CEARÁ, 2009) que busca fortalecer o conceito de gestão integrada dos recursos hídricos. O Plano definiu e deve ser implementado através de Programas Estratégicos Gerais, Programas por Eixo Temático e Programas Indicativos, como segue:

#### Programas Estratégicos Gerais

- Programa Garantia Hídrica para Múltiplos Usos
- Programa Gestão Hidroambiental Integrada
- Programa Sistema Integrado de Informações
- Programa Estudos, Pesquisas e Difusão
- Programa Ensino, Capacitação e Formação
- Programa de Comunicação Social
- Programa Revisão e Atualização da Legislação Estadual de Recursos

Hídricos

#### Programas Por Eixo Temático

- Eixo Água para Beber
- Eixo Água e Desenvolvimento
- Eixo Convivência com o Semi Árido
- Eixo Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

#### Programas Indicativos

- Programa de Fortalecimento Institucional dos Órgãos Executores do SIGERH
- Programa de Fortalecimento do Turismo Sustentável e Participativo

Os programas visam dar ênfase à gestão da demanda, pela eficiência do uso e da conservação da água, tornando o consumo mais eficiente, reduzindo os desperdícios em todos os usos pela aplicação de tecnologias inovadoras.

O Plano enfatiza que, “para sua implementação efetiva é fundamental que haja uma integração das ações e intervenções institucionais - públicas e privadas, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, evitando a setorialização das inúmeras instituições envolvidas, em seus diferentes níveis – Federal, Estadual e Municipal”.

Também é ressaltada a necessidade do “desenvolvimento de um amplo programa de educação e de comunicação social, para que toda a sociedade cearense compreenda a complexidade de sua realidade climática e passe a adotar hábitos de um cidadão que convive com o semiárido”.

Para a implementação das ações, o Plano Estratégico apresenta um conjunto de demandas de estudos e pesquisas. No que diz respeito ao Eixo Convivência com o Semiárido, é consenso que o Estado deverá manter a sua política de gestão da oferta de água, buscando, incessantemente, aumentar a oferta hídrica, pela construção de mais infraestrutura de armazenamento, de transferência e de distribuição de água, tendo por base o conhecimento tanto do potencial de cada bacia, incluindo-se aí as águas subterrâneas e aluvionais, como também as ações de integração e transposição. No que diz respeito à qualidade da água, ações voltadas à conscientização e educação são fundamentais.

No Cenário traçado pelo Pacto das Águas, constata-se que “em anos em que ocorre o fenômeno das secas, o Ceará, de um modo geral, é o Estado que possui maior número de cidades em situação emergencial. Nestes anos secos – ou mesmo no período seco de anos chuvosos, como 2009 – o Governo e as Prefeituras dos Municípios envolvidos pela seca, têm que distribuir água em carro pipa, para minimizar os efeitos da estiagem” sendo que “as chamadas populações difusas, que vivem em pequenos núcleos, enfrentam problemas para a viabilização de adutoras ou para a construção de uma rede de distribuição, e continuam dependendo dos carros pipa e das cisternas, que são soluções complementares”.



Posto isso, este estudo empreendeu esforços para aprofundar os conhecimentos de forma conjugada entre a literatura e estudos disponíveis *vis a vis* com os levantamentos técnicos e de avaliação do capital social realizados *in loco*, assim como procurou traçar um cenário possível de envolvimento e comprometimento das instituições e dos atores sociais para a construção de um conjunto de ações e políticas que proporcionem a erradicação do carro pipa (CEARÁ, 2010).

#### **4.4 O Caminho das Águas na Rota dos Carros-Pipa**

Merece destaque em particular no âmbito da presente tese, a análise do projeto denominado “O Caminho das Águas na Rota dos Carros-Pipa (CARCP)” que foi elaborado pela SDA, sob a coordenação da Eng<sup>a</sup> Mércia Cristina Manguieira Sales, tendo como objetivo principal:

*“ Construir e testar uma metodologia com abordagem multidisciplinar de atuação no semiárido que permita a erradicação do uso do carro pipa no abastecimento das populações difusas, distribuídas nas 11 bacias hidrográficas do Estado do Ceará, com a identificação de ações necessárias identificadas pelas comunidades e validadas tecnicamente.”*  
(CEARÁ, 2010)

O estudo desenvolvido pela SDA em 33 municípios do Estado segue uma linha de pesquisa semelhante à desenvolvida pelo GGRC/DEHA/UFC no sertão central do Ceará, muito embora com uma metodologia um pouco diferenciada nos aspectos tecnológicos e na dimensão social. Durante a elaboração do estudo houve uma aproximação entre a coordenação da SDA e o GGRC resultando na troca de experiências, informações e discussão sobre os aspectos metodológicos de ambas as pesquisas. Como resultado, o CARCP elaborado pela SDA foi o primeiro documento oficial a reconhecer a necessidade de elaboração de Planos de Águas Municipais como uma política pública efetiva visando erradicar o uso do carro-pipa como uma solução de abastecimento de pequenas comunidades rurais.

O foco do estudo CARCP era a garantia de abastecimento de água potável e para os usos domésticos, mesmo que fosse necessário o emprego de fontes distintas, para as comunidades rurais difusas no Estado do Ceará. A metodologia empregada constava das seguintes ações:

- Realizar um levantamento estruturado de todas as informações existentes das rotas dos carros-pipa e dos programas governamentais e não governamentais implantados, para definir uma amostra significativa, confiável e que refletisse a diversidade existente para análise da situação atual e para posterior proposição de ações adequadas à realidade do Estado;

- Diagnosticar, tendo como referência os aspectos geoambientais do Estado, as questões físicas, sociais, econômicas e políticas voltadas à diminuição da vulnerabilidade da população rural difusa que condicionam o uso dos carros-pipa;

- Atuar como estimulador de uma reflexão coletiva (nas comunidades e na sociedade em geral), destinada a identificar/discutir e analisar os diversos aspectos, bem como, construir cenários futuros, identificando ações e potencialidades.

Adotou-se com princípio metodológico a participação social reconhecendo a importância do envolvimento dos diversos atores sociais na tomada de decisões que afetam diretamente a coletividade. A Forma de execução do CARCP é apresentada na Figura 4.3.

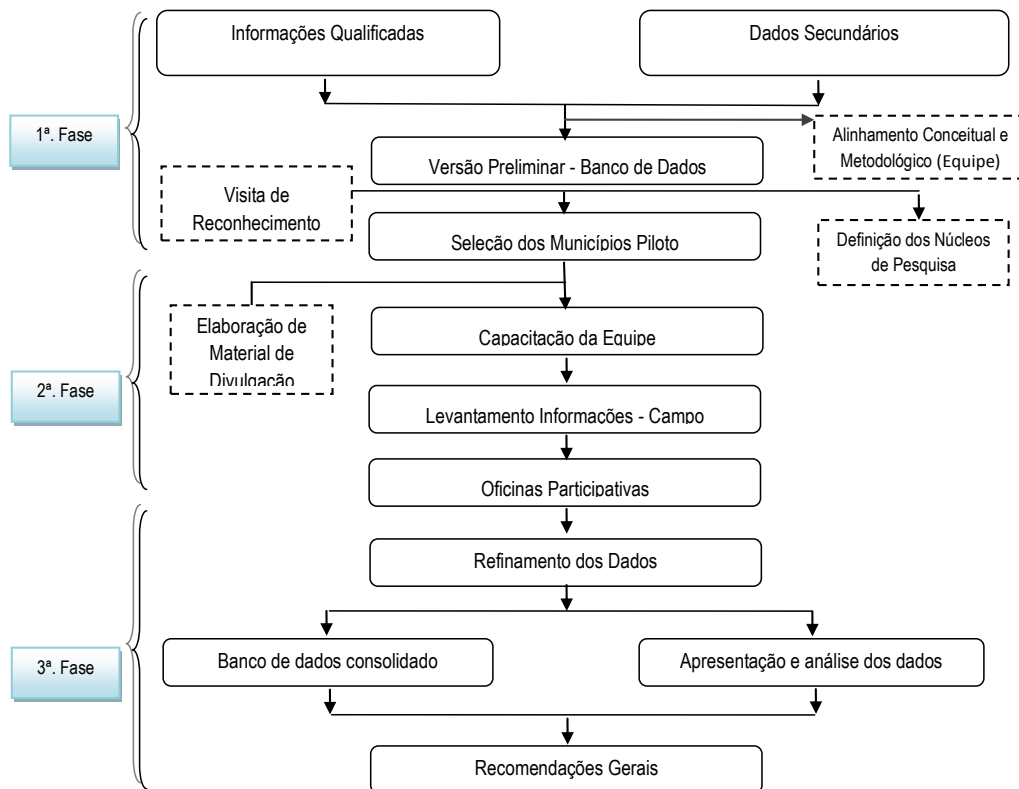


Figura 4.3: Esquema de realização do estudo CARCP (Fonte: CEARÁ, 2010)

Na fase inicial foram identificados os fatores que condicionam o abastecimento das comunidades por carro pipa, tendo sido determinados os seguintes:

- A quantidade de água disponível que depende da pluviometria do ano, da pluviometria dos anos anteriores versus a capacidade de armazenamento da água de forma superficial (açudes, barragens) e subterrânea (existência de aquíferos e infraestrutura de captação, fontes, poços, etc.);
- A organização sócio-política local que dá à população uma determinada capacidade de *resiliência* à seca; e
- A organização sócio-política estadual/federal que dá à população uma determinada resposta à situação enfrentada e se materializa através de programas de abastecimento por carro pipa.

O estudo pretendia ter uma abrangência global da problemática do emprego dos carros-pipa para abastecimento de comunidades rurais no Estado do Ceará, assim, devido à limitação de recursos disponíveis, foram elaborados critérios para seleção de pelo menos três municípios em cada uma das onze bacias hidrográficas em que se dividem os recursos hídricos do estado, conforme o PLANERH.

Foi então elaborado um indicador I que representava a maior ocorrência de carros-pipa em cada bacia hidrográfica levando-se em conta os quatro municípios de cada bacia com maior número de comunidades atendidas por carro-pipa (P) num determinado ano e a maior frequência em termos de número de anos (N) em que foi empregada a operação pipa no município:  $I = P \times N$ . O resultado foi a seleção de 33 municípios (3 em cada uma das 11 bacias hidrográficas) para serem alvo da pesquisa, constantes do Quadro 1.

## QUADRO – 1

## Municípios Selecionados por Bacia Hidrográfica

<b>Bacia Hidrográfica</b>	<b>Municípios Piloto Selecionados</b>
Metropolitana	Barreira, Ocara e São Gonçalo do Amarante
Curu	Canindé, Caridade e Umirim
Litoral	Amontada, Itapipoca e Iruçuaba
Coreaú	Bela Cruz, Uruoca e Viçosa do Ceará
Acaraú	Catunda, Forquilha, Santa Quitéria
Parnaíba	Tamboril, Quiterianópolis e Independência
Alto Jaguaribe	Tauá, Aiuaba e Araripe
Médio Jaguaribe	Jaguaribe, Jaguaratama e Potiretama
Baixo Jaguaribe	Aracati, Limoeiro do Norte e Palhano
Salgado	Jardim, Barro e Icó
Banabuiú	Mombaça, Itatira e Banabuiú

Fonte: CEARÁ (2010, p.39)

De cada município foram agrupados núcleos de 10 comunidades próximas totalizando 330 comunidades, porém, de fato somente 325 comunidades foram diagnosticadas em campo.

Na segunda fase, durante a pesquisa de campo desenvolvida entre julho e agosto de 2009, foram feitos levantamentos com base na seguinte sequência:

- Discussão informal: apresentação do trabalho, panorama global da situação de abastecimento, identificação dos principais problemas citados pela comunidade, identificação de pessoas chaves, caracterização da comunidade;
- Levantamento de campo (observação direta e travessia): fontes hídricas apontadas pela comunidade, outras fontes possíveis, equipamentos, sistema de gestão, condições físico-ambientais (preservação das fontes, degradação ambiental, usos múltiplos eventualmente conflitantes...), georreferenciamento das fontes e avaliação da condutividade elétrica;
- Entrevistas para confirmar e afinar as informações: caracterização da comunidade, percepção da problemática da água, estratégias de uso, participação de agentes externos (prefeitura, saúde, ONGs, Estado, ...), gestão dos sistemas, avaliação e percepção da qualidade da água, avaliação da água do carro-pipa;

- Aplicação de Questionários: que serviram para quantificar/padronizar as informações de campo;
- Mapa falado – oficinas participativas (problemas e soluções): Visão da comunidade em localização de infraestruturas, condições ambientais, mudanças ao longo do tempo, uso da terra, soluções para a questão. Foi também um elemento importante para entender os conflitos e os problemas de cada localidade;
- Paineis: A partir do mapa falado foi definida com as comunidades uma proposta para a solução do problema.

Foram pesquisadas 11.573 famílias nas 325 comunidades selecionadas nos municípios de: Barreira, Ocara, Canindé, Caridade, Umirim, Amontada, Itapipoca, Irauçuba Bela Cruz, Uruoca, Viçosa do Ceará, Catunda, Forquilha, Santa Quitéria, Monsenhor Tabosa Tamboril, Quiterianópolis, Independência, Tauá, Aiuaba, Araripe, Jaguaribe, Jaguaratama, Potiretama, Aracati, Limoeiro do Norte, Palhano, Jardim, Barro, Icó, Mombaça, Banabuiú, Itatira e São Gonçalo do Amarante, correspondendo a uma população aproximada de 57.865 pessoas. A população total dos 33 municípios era de 1.034.248 mil habitantes, representando 13,91% da população total do Estado (habitantes). A pesquisa atuou sobre uma faixa de 5,6% da população total dos municípios pesquisados.

A terceira fase consistiu na análise estatística do Diagnóstico Participativo e da sistematização dos dados coletados na segunda fase do estudo. Segundo o autor:

*Para a sistematização final procurou-se analisar a capacidade de mobilização e envolvimento direto das populações e lideranças locais na análise das necessidades e do potencial de desenvolvimento das suas áreas e comunidades, bem como no debate e escolha das opções e prioridades para canalizar, de forma tão transparente e racional, quanto possível, os esforços coletivos e os recursos públicos para o fomento desse desenvolvimento.*

*Em paralelo, foi realizada a análise estatística, com o objetivo de contribuir para o dimensionamento das demandas e para balizar as recomendações e ajustes necessários que devem ser considerados na proposta de uma política pública voltada para a erradicação do carro-pipa (CEARA,2010).*

Os resultados mais expressivos constatados pela pesquisa da SDA são sumarizados a seguir:

- A escassez da água nas comunidades variava desde a escassez quantitativa devida a depleção dos recursos hídricos usados como fonte durante o período de estiagem de 6 a 8 meses, até a escassez qualitativa devida à contaminação das águas por animais, dejetos domésticos e agrotóxicos;
- Havia uma socialização na distribuição da água de “boa qualidade” para consumo humano em 100% das comunidades pesquisadas, ocorrendo um caso em que apenas duas cisternas atendiam a 40 famílias;
- A fonte de renda das comunidades difusas era baseada em: agricultura de subsistência, criação de pequenos rebanhos, aposentadoria, bolsa famílias e pequenos comércios locais;
- O associativismo teve início na década de 80 como forma de auto-organização das comunidades para defesa de seus interesses e para ter acesso a recursos de programas governamentais de combate a pobreza rural, tais como o PAPP e PCPR (PSJ);
- Apesar de terem sido identificadas 221 associações comunitárias na área estudada, foi detectada uma grande fragilidade no aspecto associativo, pois a maioria tinha dificuldade para se manter funcionando após alguns anos quando acabam os recursos do programa objeto de sua formatação original;
- Foi constatado que as associações comunitárias têm dificuldade para estabelecer uma administração comunitária eficiente e independente devido a uma série de fatores: deficiência de instrução dos operadores, pouco conhecimento sobre contabilidade, administração e vendas de produtos realizados de forma ineficaz e financiamento a fundo perdido sem controle da diretoria. Somado a isso se verificou que a falta de informação e conscientização sobre os projetos contribuiu para gerar falsas expectativas e inibir que os beneficiários não se identificavam e se comprometiam na sua manutenção;

- Com relação à opção tecnológica de abastecimento, a maioria era de poços profundos seguidos por açudes e lagoas. Foram identificados 307 poços profundos nas comunidades e 211 açudes de abastecimento. Apenas 11 dessalinizadores existiam nas comunidades, estando apenas 7 em funcionamento e 4 quebrados. Os poucos dessalinizadores instalados pelo Projeto Água Doce que possuíam sistema de ficha automática para liberação da água não arrecadavam o suficiente para sua manutenção e operação, com base no preço por ficha de R\$ 0,25 a R\$ 0,50 por 20 litros de água;

- A opção tecnológica mais aceita por todas as famílias pesquisadas foi a cisterna de placas, que consideraram a água de melhor qualidade dentre todas. Apesar disso, foram constatados diversos problemas sanitários nas 4178 cisternas identificadas na pesquisa: uso de baldes, panelas e outros utensílios na retirada da água; não limpeza das calhas das casas que comprometiam a qualidade de água captada; uso das águas das primeiras chuvas que poderia conter fezes de pequenos animais (principalmente ratos e morcegos), poeira, folhas secas, entre outras sujeiras; a não vedação das cisternas devido à quebra das tampas; ausência da tela na calha e no ladrão ou mesmo descuido da família, expondo a água aos raios solares (que cria uma capa de lodo); entrada de pequenos animais, ou mesmo, colocação de papéis, brinquedos etc. por crianças; animais (jumentos) presos próximos às cisternas que poderiam comprometer a qualidade da água e/ou a estrutura da cisterna e a não lavagem da cisterna, pelo menos uma vez por ano.

- Porém, outros pontos mereceriam destaque e demandariam um estudo mais aprofundado: 1) o vazamento das cisternas devido a falhas na construção e 2) o uso da água das cisternas para fins diversos inviabilizando o uso para uma família durante o período seco.

- As famílias pesquisadas que possuíam cisternas afirmaram utilizar regularmente hipoclorito de sódio, distribuído pelos agentes de saúde municipais. Em relação ao tratamento da água dentro de casa todos afirmaram realizar o tratamento de fervura e filtragem, sendo o armazenamento feito em potes, filtros, tambores e baldes.

- Outra questão observada foi a má qualidade no aspecto de bombeamento manual da água: as bombas instaladas no momento da construção quebravam com facilidade, fazendo com que a retirada de água, em muitos casos, fosse realizada através de baldes ou latas, facilitando a sua contaminação.

- Com relação às propostas das comunidades para solução de seu problema de abastecimento, 51,1% apontaram soluções com base em infraestruturas hídricas pré-existentes, enquanto 48,9% apontaram a necessidade de estudar novas fontes de abastecimento;

- As propostas das comunidades foram obtidas em oficinas contando com a participação total de 4.600 pessoas, cada qual contando com um número expressivo de representantes das comunidades. Os técnicos tiveram o cuidado de não interferir nas alternativas hídricas de abastecimento sugeridas. A Figura 4.4 apresenta o resumo das propostas sugeridas pelas comunidades. As barras em azul representam propostas sobre sistemas a serem implantados, enquanto as barras vermelhas se referem a sugestões sobre sistemas existentes;

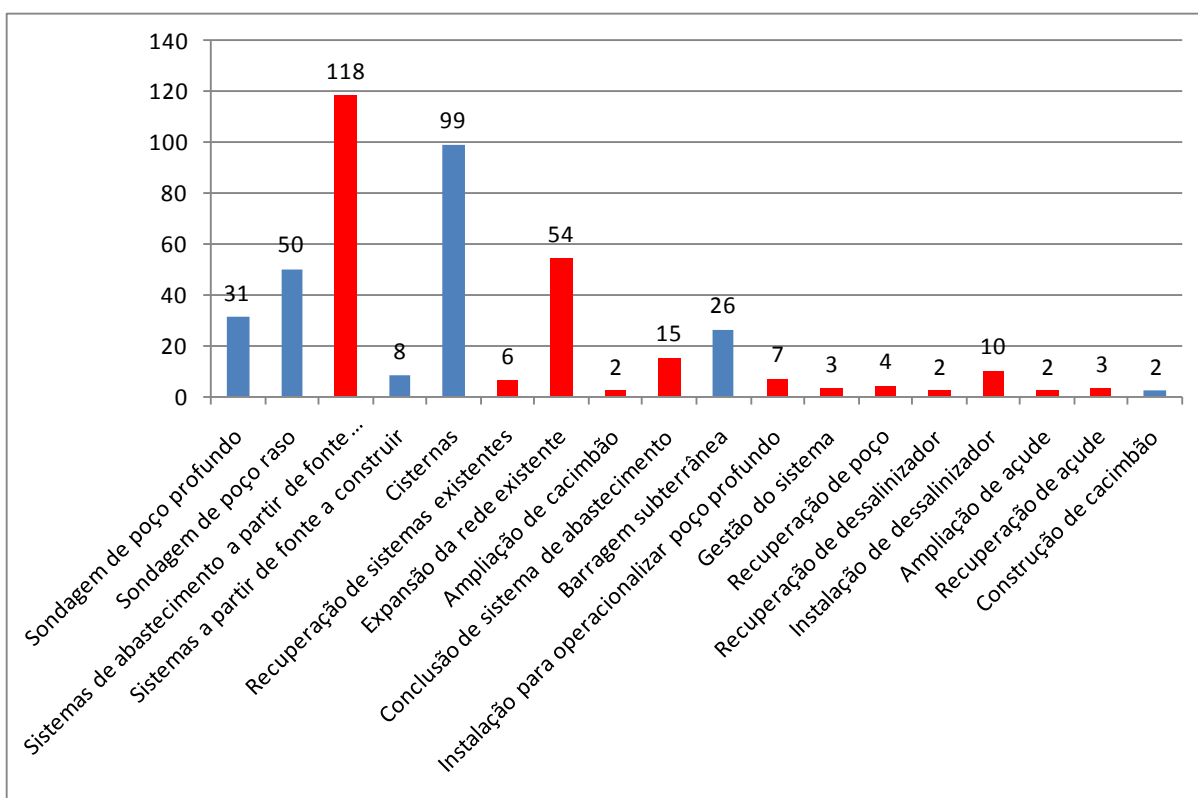


Figura 4.4: Propostas de soluções apresentadas pelas comunidades (Fonte: CEARÁ, 2010)



- Comparando-se as propostas apresentadas pelas comunidades com os números dos sistemas já implantados, foi constatado que havia uma grande quantidade de obras de infraestrutura implantadas que estavam abandonadas, desativadas ou subutilizadas obrigando ao retorno dos carros-pipa. Esta constatação denota a carência de um processo de gestão dos sistemas implantados;

- Segundo o estudo, o fracasso da maioria dos projetos implantados que se encontravam em estado de abandono ou subutilização foi em decorrência das seguintes causas, transcritas literalmente:

*“ - Pouca participação das comunidades na definição do tipo de sistema a ser implantado. Na sua grande maioria a decisão fica a cargo dos projetistas que terminam por definir sistemas, que, não raramente, escapam totalmente ao controle dos beneficiários e interferem negativamente nos resultados obtidos. Quando questionados sobre quem elaborou o projeto, a comunidade tinha pouco conhecimento, deixando claro que é necessário alterar a metodologia de elaboração de Projetos dessas demandas;*

*- Não realização de um estudo sobre as tecnologias mais adequadas para a comunidade, como também, nenhuma avaliação/estudo de exequibilidade / viabilidade de suporte de manutenção do sistema implantados fazendo com que muitos, funcionem precariamente e por pouco tempo;*

*- Pouca capacidade da Associação em gerir projetos comunitários;*

*- Os projetos não levam em consideração os planejamentos regionais e municipais, existindo, apenas a preocupação de abastecer a comunidade solicitante. Em alguns municípios foi possível verificar que um projeto mais criterioso poderia ter solucionado o problema de abastecimento de água de um conjunto de comunidades próximas e que são abastecidas sistematicamente pelos carros-pipas;*

*- Não acompanhamento dos sistemas implantados por parte das instituições, com exceção de alguns que atendem a mais de 50 famílias e são geridos pelo SISAR. O SISAR foi citado como uma das poucas formas de manter o sistema funcionando de forma adequada. Quando questionados sobre o pagamento para manutenção dos sistemas instalados, as comunidades afirmaram que teriam condições de pagar mensalmente em torno de R\$ 8,00 – 10,00 para sua manutenção, se a água fosse de qualidade e regular;*

*- Pouco envolvimento e comprometimento das Prefeituras Municipais no acompanhamento e manutenção dos sistemas, principalmente, no caso dos dessalinizadores;” (CEARÁ, 2010)*

O estudo desenvolvido pela SDA revelou ainda que considerando a totalidade dos projetos de abastecimento d'água implantados nas pequenas comunidades rurais entre 1996 (Projeto São José) e 2008, pelo Governo do Estado, equivalendo a 2.828 projetos em 177 municípios, os quais sendo somados aos projetos executados pela FUNASA resultariam numa estimativa de que aproximadamente 73% das comunidades rurais já teriam sido contempladas com algum tipo de ação de abastecimento.

A conclusão seria que a persistência da necessidade do uso do carro pipa em anos de seca é decorrente de duas questões fundamentais:

- a) A má qualidade da água ofertada pelos sistemas de abastecimento implantados, tendo em vista que a maioria é baseada em poços profundos escavados no cristalino, onde o teor de sal é elevado;
- b) A falta de gestão (O&M) dos projetos implantados, fazendo com que os sistemas de abastecimento não funcionem a contento.

Após esta constatação, o documento afirma que:

*“ Recomenda-se que Programas direcionados a universalização do abastecimento de água combinando alternativas de convivência com o semiárido, conforme diretrizes do Pacto das Águas devem ser embasados no **Plano de Águas Municipal (PAM)**, com prioridades definidas, para que tenham melhor eficiência.” (CEARÁ, 2010).*

As principais considerações conclusivas e recomendações do CARCP são:

- a) **Propor a Gestão Compartilhada das Águas nas Comunidades Difusas:**

Segundo o estudo há necessidade de se fomentar a participação da sociedade local no sistema de gestão dos sistemas de abastecimento implantados, respeitando suas potencialidades e especificidades locais (sociais, culturais e econômicas) visando a sustentabilidade das ações patrocinadas pelo poder público na busca da universalização do abastecimento. Dentro dessa visão sugere ainda a:

*“ Descentralização vertical progressiva das funções executivas no campo da prestação de serviços sociais e de infraestrutura, com a definição dos **Planos de Águas Municipais** (infraestrutura hídrica, fontes hídricas, demandas e ofertas) e **Planos Territoriais de Águas** visando à orientação do Estado para atender a demanda das comunidades rurais de forma conjunta e com uma visão territorial, em consonância com o **Plano de***

*Bacias, otimizando os custos para o Governo e para os beneficiários;” (CEARÁ, 2010).*

Propõe ainda a integração entre as políticas públicas voltadas para a questão do abastecimento d’água das comunidades rurais e criação de um Comitê Gestor Estadual para a integração das ações das esferas municipal, estadual e federal.

Com relação aos sistemas de gestão para obras de infraestrutura hídrica na zona rural, afirma que:

*“A operação e a manutenção dos sistemas autônomos e alternativos de abastecimento das localidades difusas são muitas vezes deficitárias e de difícil sustentabilidade. Existem poucas experiências com modelos de gestão apropriados e viáveis para sistemas de abastecimento que atendam pequenos núcleos habitacionais, principalmente as abaixo de 50 famílias.*

*Isto permite que água ainda seja instrumento de poder local em algumas localidades e este poder impede a democratização do seu acesso dificultando o desenvolvimento de programas realmente eficazes e estruturantes para substituir os carros-pipa, que permanecem em quantidade excessiva e cujo controle público e vigilância ambiental da água distribuída são deficientes.*

*A experiência bem sucedida do SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural) deve servir de base para a implantação de modelo de gestão (que ainda é limitada a alguns núcleos populacionais acima de 50 famílias) e pode ser apoiada, consolidada e ampliada com o objetivo de garantir em todos os Municípios do Estado um modelo de gestão para os pequenos sistemas rurais.*

*Neste sentido, deve-se priorizar a implantação de um Sistema de Gestão dos Pequenos Sistemas de Abastecimento de Água para as Populações Rurais.” (CEARÁ, 2010).*

#### **b) Conhecimento da Realidade Local**

Considera que os dados existentes sobre a localização; a situação econômica; as fontes hídricas e as garantias de abastecimento de água para a população rural ou inexistem ou são insuficientes na base de dados governamentais. Isto impede que haja um planejamento mais eficaz e eficiente para a universalização e sustentabilidade dos sistemas a implantar. Sugere ênfase no processo de participação da sociedade na construção do conhecimento sobre a realidade local.

Novamente cita o PAM:

*“ A elaboração dos **Planos de Águas Municipais**, a partir de levantamentos de campo, procurando definir critérios para implementação das políticas públicas que promovam a universalização do atendimento e a eficácia das intervenções propostas, deve contribuir sobremaneira para a*

*redução das desigualdades sociais existentes e propiciar a melhoria na qualidade de vida da população rural.” (CEARÁ, 2010).*

#### **c) Propõe a Capacitação dos Atores Sociais**

O foco da capacitação seriam os membros das comunidades como parte essencial do processo para lhes permitir o uso e a manutenção adequada dos recursos hídricos e as infraestruturas que lhes fossem ofertadas pelo poder público, de forma a garantir a sustentabilidade dos sistemas implantados. Haveria também uma capacitação no sentido de auxiliar a participação ativa da população local nos sistemas de gestão visando fomentar sua cidadania. A educação ambiental seria uma forma de qualificar a população para ações de preservação, conservação e uso racional da água e meio ambiente.

#### **d) Políticas Públicas**

Sugere a integração de ações e intervenções institucionais e privadas nas onze bacias hidrográficas do Estado pautada num planejamento consubstanciado no Plano Estadual de Recursos Hídricos e nos Planos de Bacias, no respeito aos instrumentos de gestão da Política Estadual dos Recursos Hídricos, visando sua gestão, expansão da oferta hídrica e sustentabilidade da oferta em quantidade e qualidade para satisfazer a demanda da sociedade.

#### **e) Planos de Ações de Convivência com as Secas**

Cita os diversos programas desenvolvidos no âmbito do Estado para garantir a convivência do homem com as secas, em especial, o programa de cisternas.

#### **f) Aproveitamento de Águas Subterrâneas**

Propõe o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos numa visão sustentável, em especial as aluviões que podem ser fonte segura para abastecimento de pequenas comunidades rurais nos leitos secos dos rios. Incentiva a busca de tecnologias mais modernas e de baixo custo para dessalinização, ampliando a oferta de água para a população difusa. Incentiva também o emprego

de barragens subterrâneas permitindo um melhor aproveitamento dos aquíferos aluvionais.

Nas considerações finais, o documento da SDA afirma que:

*“ A almejada universalização do abastecimento de água mais rapidamente será alcançada se puder ser planejada com base em documentos que sejam retratos fiéis das necessidades da população. A obrigatoriedade de elaboração de um **PLANO DE ÁGUAS MUNICIPAIS – PAM**, contendo o levantamento censitário das demandas e ofertas de obras de infraestrutura hídrica de todas as localidades do município e em consonância com **PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS** e os **Planos de Bacias** deverão ser elementos básicos em busca das soluções para comunidades que não tem acesso a água. O PAM deverá ser materializado em várias alternativas de políticas públicas que garantindo a universalização do atendimento e evitando soluções parciais e paliativas.*

*Os PAMs devem ainda contemplar o conjunto de todas as etapas necessárias para a conclusão de todos os sistemas de abastecimento para o atendimento das localidades do município e levar em consideração os planejamentos territoriais, evitando-se, assim, os vazios hídricos e a duplicação de investimentos. E devem considerar ainda:*

- que a necessidade de água não se restringe somente ao abastecimento doméstico – esse é o mais vital – mas, igualmente é fundamental dispor de água para a produção, pois sem isso estaremos apenas atenuando a escassez;*
- proporcionar a participação cidadã na definição das prioridades, no desenvolvimento de novos valores, na cobrança de responsabilidades e nas ações necessárias e indispensáveis para garantir o direito à água;*
- O âmbito do conhecimento e da cidadania é importante, entretanto ainda não necessariamente suficiente para alicerçar e implementar os propósitos de alargamento do acesso universal à água, devendo o processo participativo contemplar ainda a utilização de tecnologia e orientação técnica;*
- A falta de articulação entre um diagnóstico e as políticas participativas para dimensionar as prioridades dos financiamentos e evitar que políticas socioambientais permaneçam pulverizadas;*
- Identificação das intervenções requeridas para a melhoria e recuperação das condições técnicas e operacionais dos sistemas;*
- É fundamental que, mesmo nos casos em que as comunidades tenham tido acesso aos programas de construção de cisternas de placas ou tenham um sistema de abastecimento funcionando, se avalie a necessidade de complementação / integração desses sistemas;*
- Criação de uma metodologia para priorização, monitoramento e avaliação de impacto dos projetos.” (CEARÁ, 2010)*

## 5 PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS DO PLANO DE ÁGUAS MUNICIPAL

### 5.1 Conceito Geral e Premissas de um PAM

O Plano de Águas Municipal (PAM) na concepção como é defendida na presente tese é uma proposta original do GGRC/DEHA/UFC, que surgiu durante o processo de desenvolvimento adaptativo do projeto “Sustentabilidade e Segurança Hídrica: Projetar Sistemas Resilientes sob Estresse Climático”, no subprograma “Infraestrutura de Suprimento de Água para Populações Humanas”, elaborado em cooperação com o Columbia Water Center da Universidade de Columbia, Nova Iorque.

O PAM surgiu como uma resposta à inexistência de um plano de estado para equacionar de forma global o problema do abastecimento de pequenas comunidades rurais difusas do semiárido, especificamente no sertão central do Ceará, onde o GGRC desenvolve uma pesquisa desde 2009.

A Figura 5.1 apresenta a metáfora de um edifício representando os objetivos de um PAM, compreendendo as suas bases e fundação, as suas pilastras de sustentação, as vigas de apoio e o *domus* principal que é o abastecimento de pequenas comunidades rurais.

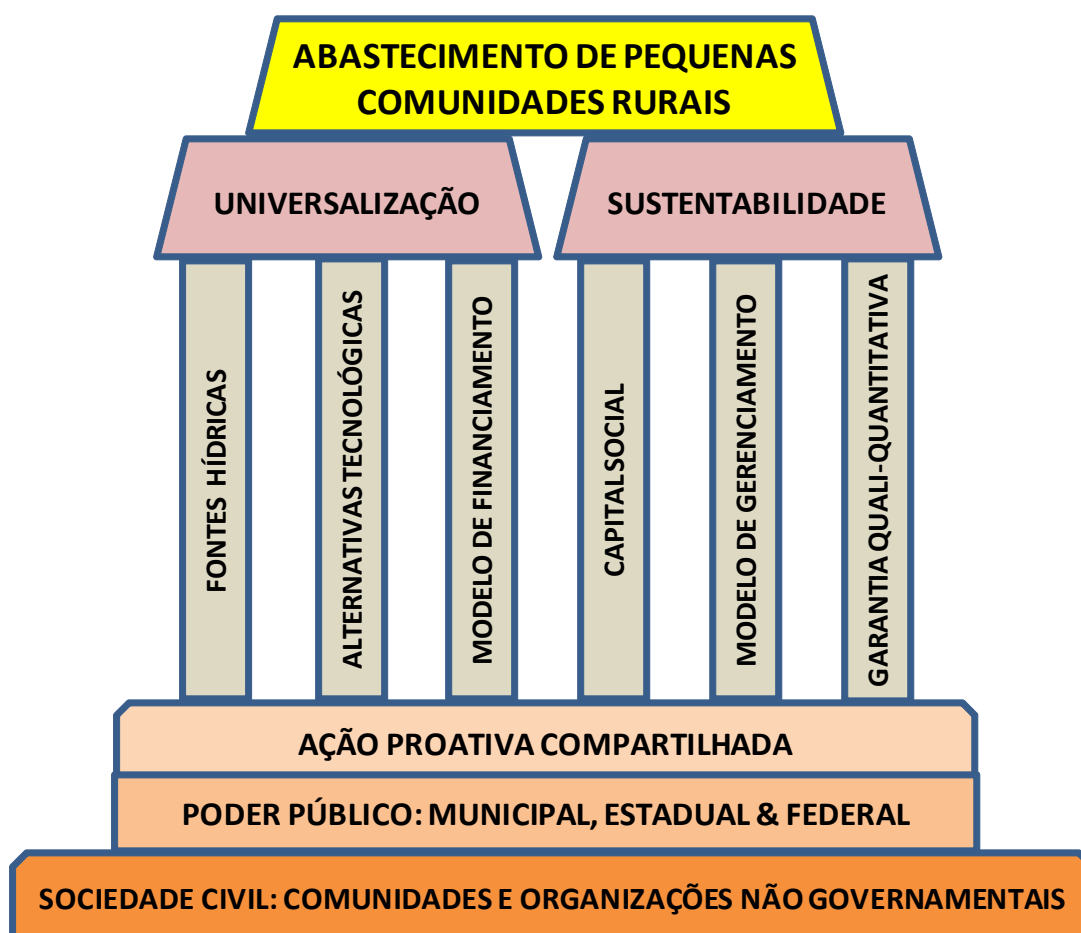


Figura 5.1: Metáfora de edifício representando um PAM.

A Figura 5.1 procura demonstrar que o abastecimento d'água para pequenas comunidades rurais de 3 a 50 famílias no semiárido se apoia nos fundamentos da universalização e da sustentabilidade.

A universalização corresponde à implantação de soluções de abastecimento adequadas à escala da comunidade. Os pilares da universalização são: a existência ou construção de fontes hídricas para suprimento da água; as alternativas tecnológicas disponíveis adequadas à cultura e ao capital social da comunidade; e, o modelo de financiamento para implantação das obras destinadas à universalização do abastecimento.

Por outro lado, os pilares da sustentabilidade de longo prazo dos sistemas implantados são: o capital social da comunidade; o modelo de gerenciamento aplicável ao sistema; e, a garantia qualitativa e quantitativa da fonte hídrica disponível.

Servindo de fundação ao conjunto de fatores que sustentam o abastecimento d'água de pequenas comunidades rurais está uma ação proativa e compartilhada entre a sociedade civil (incluindo a própria comunidade e ONG's) e os poderes públicos nas suas esferas municipal, estadual e federal.

A Figura 5.2 apresenta as sete premissas conceituais que fundamentam a ideia do Plano de Águas Municipal desenvolvidas pelo autor.

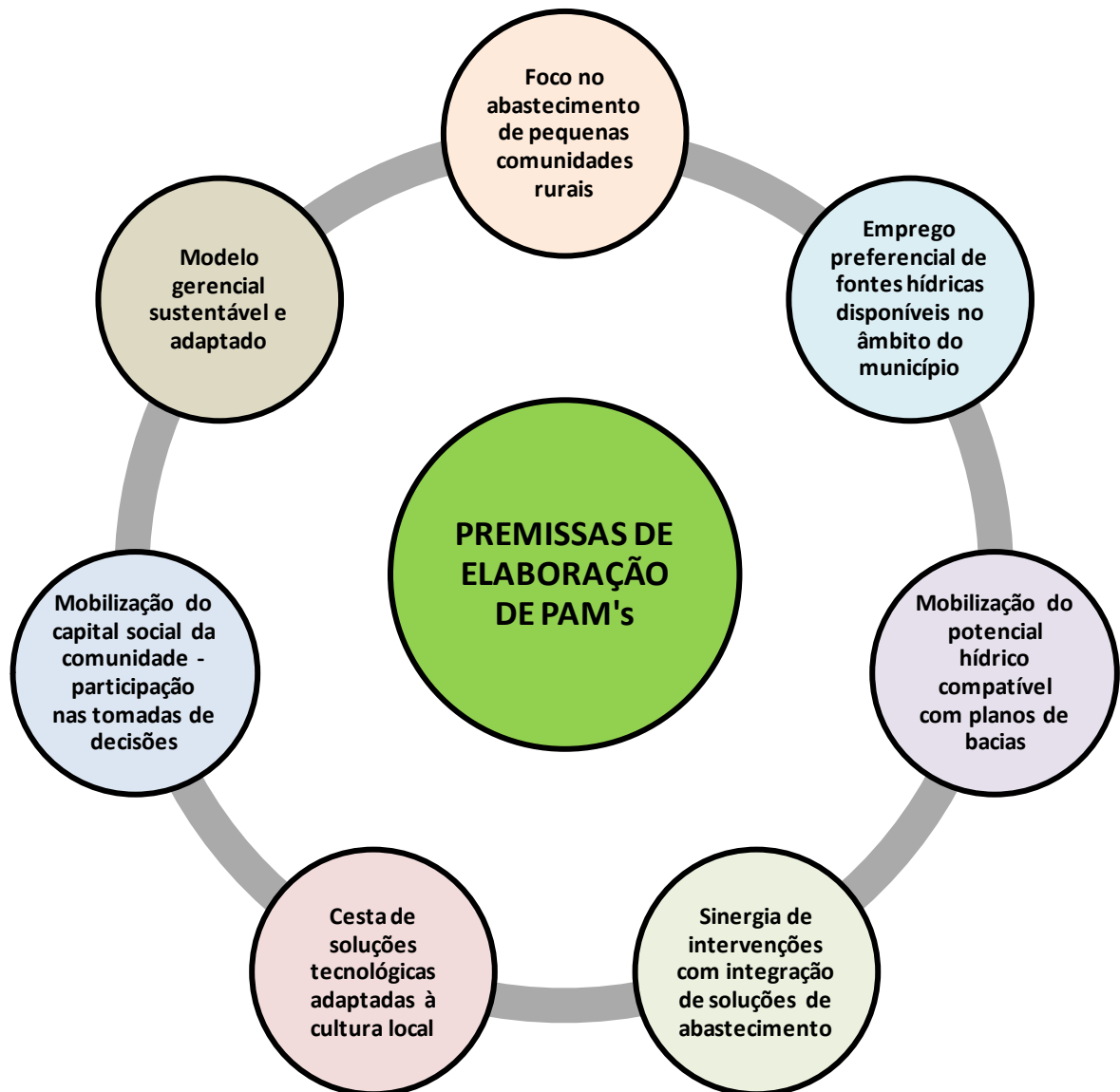


Figura 5.2: Premissas conceituais de elaboração de um PAM.



A primeira premissa conceitual é o foco do PAM centrado no abastecimento humano para comunidades rurais dispersas nos territórios municipais, sobretudo aquelas entre 3 e 50 famílias, para as quais ainda não existe um plano exequível de abastecimento e um modelo gerencial institucional patrocinado pelo Estado para garantia do seu abastecimento, exceto, nas situações emergenciais de secas aonde prevalece o emprego do carro pipa para suprimento de água à estas populações.

No entanto, o desenvolvimento do PAM não deve ser limitado àquelas comunidades, pois deve abranger soluções viáveis para todos os núcleos urbanos e comunidades rurais do município, diagnosticando inclusive a sustentabilidade hídrica do abastecimento até para as sedes municipais e distritos de maior porte.

A segunda premissa é a preferência pela utilização dos recursos hídricos locais. O PAM procura planejar o abastecimento fazendo emprego dos recursos hídricos disponíveis no território municipal, por isso se denomina planos de águas ao nível municipal. A ideia é mobilizar ao máximo possível a potencialidade hídrica disponível no âmbito do município evitando, na medida do possível, propostas de importação de água de outras localidades. Evidentemente não se descarta a hipótese de importação de água da mesma bacia de recursos disponíveis em outros municípios, ou até mesmo de outras bacias, porém esta hipótese somente se justifica quando há possibilidade de sinergias com outras comunidades rurais adjacentes devido ao crescente custo de implantação e O&M de sistemas com longas aduções.

A terceira premissa é relativa à mobilização do potencial hídrico compatível com as diretrizes apontadas pelos planos de bacias hidrográficas onde se insere o município. O PAM deve ser entendido como um *downscaling* dos planos diretores ou de gerenciamento de bacias hidrográficas e deve guardar a máxima fidelidade possível às propostas e diretrizes fixadas naqueles planos. Somente ações compatíveis com tais planos devem ser sugeridas ou mobilizadas.

Caso haja necessidade de propor intervenções não compatíveis com os planos diretores de bacias, o Comitê de Bacia, que tem a função legal de aprovar os planos, deve ser ouvido e deliberar sobre a proposta apresentada. No caso de transposição de água de diferentes bacias hidrográficas tanto o comitê da bacia doadora como o da bacia receptora devem ser ouvidos e deliberar sobre a proposta.

A quarta premissa corresponde à economia de escala. O PAM deve buscar uma sinergia de intervenções com a integração de soluções de abastecimento regionalizadas no âmbito das comunidades rurais. O foco preferencial deve ser em soluções coletivas que ofereçam, na medida do possível, ganhos de escala no investimento inicial e, sobretudo, de minimização dos custos operacionais, proporcionando um rateio de custos entre as populações beneficiadas que tornem a tarifa d'água factível dentro da capacidade e disposição a pagar de seus beneficiários.

Não deve ser descartada a hipótese de separação total de sistemas de abastecimento de comunidades vizinhas que pudessem ser abastecidas por um mesmo sistema integrado quando as condições sociais e políticas locais tornarem insuperáveis os conflitos pré-existentes entre as comunidades. Este fato é comum no interior do nordeste e deve ser respeitada a opinião da comunidade e não imposta uma solução que, ao contrário de agregar esforços comunitários pela sua manutenção e sustentabilidade, venham a expor e ampliar conflitos sociais pré-existentes.

A quinta premissa refere-se à cesta de soluções tecnológicas para o problema do abastecimento de cada comunidade. O PAM deve utilizar uma cesta de opções de abastecimento, fazendo uso da experiência local nas soluções de abastecimento. As tecnologias propostas devem ser aquelas de fácil domínio pelos beneficiários, uma vez que inovações tecnológicas nem sempre são bem sucedidas quando aplicadas a populações com baixo nível de escolaridade que predominam no meio rural. A ideia do PAM é fazer bem feito a “técnica simples” e assimilável pelos beneficiários diretos. A melhor solução tecnológica é aquela mais adaptável à cultura e aos costumes locais. Várias experiências negativas têm sido reportadas na literatura especializada quando se tenta impor à comunidade sistemas de abastecimento que não são aceitáveis pela mesma ou exigem conhecimentos acima de sua capacidade para operá-los e mantê-los.

A sexta premissa corresponde à base de fundamentação do PAM que é a mobilização do capital social da comunidade desde os primeiros momentos da discussão sobre a melhor estratégia de solução de abastecimento. Um dos fatores cruciais para o sucesso das intervenções é a assunção da proposta pela população diretamente beneficiada a qual tem de ser ouvida e bem informada durante todas as

fases do planejamento e da execução. A sustentabilidade dos sistemas implantados está diretamente relacionada com a assunção do projeto pela comunidade. O êxito de qualquer proposta de solução somente pode ser alcançado com a participação da comunidade nos processos de tomada de decisão. A transparência na condução do processo de apresentação das propostas e seleção das alternativas de abastecimento deve ser obrigatória. Qualquer proposta deve ser amplamente debatida com a comunidade e os técnicos responsáveis pela condução do processo devem atuar mais como mediadores do debate e se abster de influenciar a tomada de decisão sobre a mesma. Deve ser considerada e respeitada inclusive uma opção de nada a fazer na comunidade caso essa seja a opção final da maioria da população, principalmente no caso de haver conflitos incontornáveis, ou mesmo, por pura opção e contentamento da população com as soluções já existentes na mesma.

A sétima premissa é a busca pela adoção de um modelo de gerenciamento sustentável e adaptado à comunidade. A garantia de sustentabilidade se baseia na implantação de um **modelo gerencial polimorfo** adaptado às idiosincrasias sociais das comunidades beneficiárias, uma vez que não existe um modelo único e universal de gerenciamento que garanta seu sucesso em todo o universo político, econômico e social de comunidades rurais e urbanas em todas as regiões do estado.

O modelo gerencial do sistema é a pilastra mais importante do edifício do PAM, pois os fatores inerentes à universalização podem ser resolvidos independentemente do seu custo por uma decisão do gestor público dentro de um dado contexto político de se executar as obras necessárias para tanto, entretanto, a sustentabilidade que é a que garante a permanência e usufruto da solução pela população está condicionada a fatores sociais e gerenciais futuros que podem extrapolar ao mandato dos gestores responsáveis pelas obras de universalização.

Conforme foi descrito no Capítulo 4 no estudo CARCP da SDA, cerca de 73% das comunidades rurais do Ceará já foram contempladas com alguma ação de abastecimento por governos passados e atuais e ainda persiste em muitas delas a necessidade de abastecimento por carros-pipa durante as estiagens em virtude do abandono ou mal gerenciamento dos sistemas outrora implantados.

A busca por um modelo de gerenciamento polimorfo e sustentável é sem dúvida o grande desafio dos pesquisadores, gestores e planejadores governamentais. Os modelos aqui apresentados na discussão sobre a dimensão gerencial do PAM representam uma tentativa de propor soluções para o problema, porém, somente com a experimentação prática destes modelos em áreas pilotos selecionadas e após alguns anos de funcionamento é que se poderá ter uma compreensão maior sobre a sua complexidade à luz dos conceitos apresentados no capítulo 2.

O PAM difere substancialmente dos planos de recursos hídricos segundo os aspectos indicados no Quadro 2.

**QUADRO - 2**  
Diferenças conceituais entre o PAM e demais planos de recursos hídricos

<b>Plano de Águas Municipal – PAM</b>	<b>Planos de Recursos Hídricos</b>
Plano focado na demanda hídrica	Plano de desenvolvimento de recursos hídricos e incremento de oferta hídrica
Foco no abastecimento humano para pequenas comunidades rurais	Plano para usos múltiplos da água
Plano de implementação a curto e médio prazo	Plano de médio e longo prazo, com horizontes superiores a 10 anos
Sem projeções de cenários alternativos	Considera cenários alternativos
Elaboração baseada em diagnóstico primário de campo	Elaboração baseada em dados secundários
Considera a participação popular de forma direta nas proposições e tomada de decisão	Participação popular ao nível do debate informativo e tomadas de decisões limitadas aos Comitês de Bacia
Preocupação com a sustentabilidade operacional dos sistemas de abastecimento	Considera a sustentabilidade do meio ambiente e dos recursos hídricos a partir de programas específicos
Propostas de ações e intervenções exequíveis por natureza	Para satisfazer a legislação ambiental e de recursos hídricos pode propor programas de difícil implantação prática e de longa maturação

## 5.2 Dimensões Conceituais do PAM

As dimensões conceituais do PAM correspondem ao desdobramento teórico das pilastras de suporte indicadas na Figura 5.1, quais sejam:

- As dimensões que dão suporte à universalização do abastecimento: fontes hídricas; alternativas tecnológicas e modelos de financiamento;
- As dimensões que dão suporte à sustentabilidade do abastecimento: capital social; modelo de gerenciamento e garantia qualitativa e quantitativa.

## 5.2.1 *Dimensões Afeitas à Universalização*

### 5.2.1.1 Fontes Hídricas

As principais fontes hídricas para abastecimento de comunidades rurais no semiárido estão condicionadas ao próprio regime climático e características geológicas do subsolo.

O Nordeste semiárido é uma região pobre em volume de escoamento de águas dos rios. Essa situação pode ser explicada em razão da variabilidade temporal das precipitações e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos oriundos de rochas cristalinas e conseqüentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. O resultado é a existência de uma extensa rede de rios intermitentes e temporários (CIRILO, 2008, p.62).

O semiárido Cearense, mais especificamente, apresenta uma baixa potencialidade hídrica superficial variando de 0,5 a 3,0 L/s/km<sup>2</sup> segundo os estudos hidrológicos desenvolvidos pela ANA (ANA, 2005). Esta baixa potencialidade aliada à variabilidade temporal dos deflúvios impede ou restringe de sobremaneira o uso de rios e riachos como fonte direta de suprimento hídrico para o abastecimento de comunidades rurais e urbanas.

Os deflúvios diretos superficiais, do ponto de vista prático, só podem ser aproveitados mediante a reserva em estruturas de barramento ou captação direta da água de chuva como açudes, barreiros, lagoas e cisternas.





Por outro lado, a predominância do substrato cristalino em mais de 80% do semiárido cearense (vide Figura 3.2) condiciona o aproveitamento da água subterrânea disponível apenas nas fraturas da rocha cristalina, onde há predominância de elevado teor de sais e oferece uma baixa vazão variando de 1 a 2 m<sup>3</sup>/h. A qualidade da água dessa fonte é imprópria para o consumo humano sem a correspondente dessalinização, uma vez que o teor de sais na água oriunda de poços profundos perfurados no cristalino varia apresentando uma condutividade elétrica entre 3.000 a 14.000 µS/cm (CEARÁ, 2010).

Apesar dessa limitação, os poços profundos representam a principal fonte hídrica empregada na maioria dos projetos de abastecimento patrocinados pelo Projeto São José e pela FUNASA (CEARÁ, 2010).

As principais fontes de captação para água de abastecimento nas comunidades rurais do semiárido são apresentadas no Quadro 3 (CAMPELLO NETTO et al, 2007, apud CIRILO, 2008).

### QUADRO - 3

#### Principais fontes hídricas para zonas rurais

Formas de captação de água	Capacidade estimada	Características	Usos sugeridos
Cisterna 	20 a 30 m <sup>3</sup> ao fim do inverno, com captação no telhado e uma casa de tamanho médio.	Boa qualidade.	Água para a família beber e cozinhar.
Poço 	Média de 1.000 l/h (poço no cristalino)	Geralmente salobra.	- Dessedentação de animais. - Uso sanitário.
Barragem Subterrânea 	Depende de largura, extensão e profundidade do aluvião.	- Em geral boa; - Precisa de manejo adequado para evitar salinização; - Risco de poluição por agrotóxico.	-Agricultura familiar; -Produção agrícola.
Pequeno Açude 	Média de 10.000 m <sup>3</sup> (em propriedades particulares).	- Altas perdas por evaporação.	-Produção agrícola; -Agricultura familiar.

(Fonte: Campello Netto et. al, 2007, apud CIRILO, 2008)

A seleção da fonte hídrica para abastecimento de uma determinada comunidade rural ou grupo regionalizado de comunidades ao se elaborar de um PAM deve ser condicionada aos seguintes fatores:

- a) Capacidade do manancial em satisfazer a demanda quantitativa do abastecimento e, na medida do possível, sem prejudicar outros usos múltiplos consuntivos e não consuntivos dependentes do mesmo;
- b) Qualidade da água do manancial que implique em menor custo de tratamento e que apresente maior facilidade para sua conservação e preservação ambiental contra fontes poluidoras;
- c) Localize-se mais próximo possível do centro de distribuição da água junto às comunidades minimizando os custos de investimento em adução e O&M;
- d) Esteja associado a uma opção tecnológica de abastecimento de menor custo de energia, operação e manutenção;
- e) Apresente um nível de garantia adequado e menor vulnerabilidade ao estresse climático.

#### 5.2.1.2 Alternativas Tecnológicas e Seleção da Solução de Abastecimento

A infraestrutura de recursos hídricos em ambiente rural deve prover água para beber e para produzir, múltiplos usos. No Plano de Águas Municipal se focaliza o sistema de abastecimento que promove prioritariamente o serviço de abastecimento residencial.

O serviço de abastecimento de água no meio rural compõe-se de um leque de alternativas que varia desde a construção de soluções individuais como as cisternas de placas padronizadas pelo Programa P1MC até a construção de sistemas de abastecimento integrados com captação, adução, tratamento, reservação e rede de distribuição domiciliar.

Os sistemas de abastecimento podem ter como objetivo a prestação de diferentes tipos de serviço. Os serviços prestados pelos sistemas de abastecimento em uma residência são água para beber, cozinhar, banho, limpeza da residência

entre outros. Alguns sistemas têm um serviço singular como objetivo (ex. água para beber) e outros são multiserviços. Em algumas localidades encontra-se uma infraestrutura para suprir a água para beber (ex. cisterna) e outra para os demais usos (ex. rede sem tratamento).

Claramente se verifica nas comunidades rurais que o uso da água para beber e cozinhar se diferencia dos demais usos, como o banho, a lavagem de louças, a limpeza de residência, pela **qualidade da água** empregada, ou pela suposta qualidade que essa venha a possuir.

Por exemplo, em 154 de comunidades rurais diagnosticadas no âmbito da elaboração do Plano de Águas Municipal de Milhã foi observado que muitas famílias preferiam beber a água trazida pelo carro pipa do que utilizar a água fornecida pela rede de distribuição pública, quando existente.

A razão para isto pode ser entendida por uma falsa fé na qualidade da água fornecida pelo carro pipa, supostamente vinda de uma fonte hídrica com água de boa qualidade, o que nem sempre era verdade, e pela certeza de que a água disponível no manancial que abastecia a rede de distribuição da comunidade, normalmente vinda de um açude próximo da mesma, não tinha a qualidade necessária em virtude da sua conhecida poluição percebida pela população. Bastava que um açude próximo que servia de manancial primário de abastecimento não sangrasse num determinado ano para despertar a desconfiança na qualidade de suas águas pela população local.

A infraestrutura de abastecimento de água para populações contempla, idealmente, quatro aspectos: (i) definição do manancial; (ii) captação; (iii) tratamento e (iv) distribuição. Estes aspectos podem ter diferentes configurações nas soluções de abastecimento. De forma geral as soluções de abastecimento podem ser classificadas como Solução Individual e Solução Coletiva. Entendendo-se como solução individual aquela que supre uma única residência e coletiva aquela para múltiplas residências.

A solução individual pode utilizar diferentes mananciais (chuvas, superficial e subterrâneo). No semiárido sob o domínio da depressão sertaneja com seus rios



intermitentes, o manancial superficial é o reservatório (açude) e o subterrâneo é o poço no cristalino.

O manancial superficial pode ser ativado através de sistema de captação e adução ao local da demanda com distribuição em sistema de rede ou através de carro pipa. O sistema de adução tem seus custos em função da vazão e comprimento da adução, do tipo de solo e relevo sob o qual será construída a adutora. O transporte de água de reservatório superficial por carro pipa tem apresentado problemas de saúde pública mesmo quando a norma estabelece o tratamento da mesma, pois isto na prática frequentemente não ocorre.

O manancial subterrâneo sobre o domínio cristalino da depressão sertaneja provê água subterrânea armazenada em suas fraturas. Esta água subterrânea apresenta alta salinidade demandando processo de dessalinização. O poço com dessalinizador e chafariz constitui-se em prática disseminada em todo o nordeste semiárido. Esta prática apresentou problemas associadas à sustentabilidade financeira (custos de operação e manutenção do sistema) e problemas associados à disposição final do resíduo do tratamento. Estas dificuldades impuseram o encerramento da operação em diversas localidades, sobrevivendo os sistemas que optaram pela cobrança da água aos usuários.

O aproveitamento da chuva se dá através da cisterna. Esta solução de abastecimento não apresenta economia de escala e os custos de operação e manutenção do sistema de abastecimento são de responsabilidade individual. Frequentemente não há monitoramento da qualidade da água deste tipo de sistema de abastecimento.

A experiência de campo demonstrou que as cisternas de placas oriundas do programa P1MC têm uma durabilidade questionável, passando a apresentar fissuras estruturais nas placas promovendo vazamento d'água, em torno dos cinco anos de uso, nos casos pesquisados na área do projeto do sertão central cearense. Estas fissuras estruturais podem ser creditadas a problemas de fundação; desgaste da argamassa de ligação entre as placas; existência de tensões estruturais pela fadiga à amplitude térmica a que estão submetidas no sertão semiárido, principalmente, em virtude da heterogeneidade de dilatação térmica, agravada pelo fato de serem semienterradas, e outros fatores ainda a serem pesquisados.

Outro problema das cisternas de placas foi identificado por Silva et al. (2009) relativo à garantia de enchimento das cisternas unifamiliares de 16 m<sup>3</sup>. A partir de simulações hidrológicas foi constatado que a garantia de enchimento das cisternas variava entre 72% a 100% em 20 municípios do sertão semiárido cearense. Em apenas 10% dos municípios a garantia alcançava 100%. Em 50% dos municípios simulados a garantia de enchimento ficou abaixo de 95%, ou seja, abaixo do nível de garantia mínima considerada para abastecimento humano.

Este problema é agravado pelo fato de que a maioria das famílias contempladas com a construção de cisternas de placas divide sua água com parentes e vizinhos próximos, uma vez que não há recursos suficientes para se construir cisternas em todas as casas das comunidades rurais difusas, havendo uma seleção de beneficiários pela aplicação de critérios socioeconômicos contando com a participação da comunidade, porém, sem atender ao universo das famílias necessitadas.

Assim, na maioria dos municípios pesquisados, as cisternas não garantem o suprimento de água para a integralidade da estação seca e há frequentemente necessidade de emprego da Operação Carro Pipa para abastecer tais comunidades. A cisterna de placas funciona então como um reservatório de recepção da água trazida pelo carro pipa e que será, na maioria das vezes, compartilhada por mais de uma família, reduzindo ainda mais a sua garantia de abastecimento pleno.

Existem diferentes escalas de solução para o abastecimento, tais como, sistema individual (ex. cisterna), sistema coletivo local (ex. pequena adutora para uma comunidade), sistema municipal integrada (ex. grande adutora para uma cidade e em seu trajeto distribui água para as populações) e sistema regional integrada (ex. sistemas de transposição ou adutoras para diversos municípios). A escolha da solução mais apropriada é condicionada pela distribuição espacial da população, pelas características específicas do local, pela proximidade de projetos regionais e pelo capital social da comunidade. Entretanto, não há solução mágica para a questão da universalização do abastecimento.

Padrões de projetos que possibilitem maior flexibilidade são desejáveis. A experiência adquirida com as pesquisas levadas a cabo pelo GGRC concluiu que

raramente as comunidades rurais adotam um único meio de suprimento hídrico para seu abastecimento.

Verificou-se que há uma clara distinção de preferência de mananciais com relação à água para beber e a água para múltiplos usos, dentre eles, a produção de subsistência familiar, calcada na pequena lavoura, pecuária e criação de aves para abate. O acesso à água é um fator crucial para definir a cesta de opções alternativas para suprimento hídrico de uma comunidade rural.

Há uma unanimidade da população quanto a necessidade de se ter acesso a água na própria residência, de preferência a partir da implantação de sistemas de abastecimento coletivos construídos pelo poder público, para os quais estão dispostos a pagar desde que o valor da tarifa se situe dentro de sua capacidade de pagamento, em geral, admitida como da ordem de R\$ 10,00/mês para um consumo de 10.000 L/família/mês, padrão este aparentemente universal dentro da região pesquisada.

No entanto, o uso desta água para beber pela população estará condicionado a um julgamento subjetivo desta sobre a qualidade da água fornecida pelo sistema público, nem sempre concordante com a racionalidade técnica.

Por exemplo, mesmo para alguns sistemas que fornecem água tratada comprovadamente atendendo aos padrões sanitários de potabilidade segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, há, por parte de muitas famílias, uma rejeição para seu consumo humano, baseada aparentemente no conhecimento da população sobre o manancial de origem. Basta que o açude apresente certo grau de poluição visivelmente identificado pela presença de macrófitas e zonas marginais eutrofizadas no reservatório, para que grande parte da população rejeite seu uso para beber, mesmo após o tratamento.

Há indícios de uma crença cultural progressivamente se desenvolvendo na população de várias comunidades do município de Milhã, no estado do Ceará, de que a água de cisterna de placas é a melhor para beber, seguida na preferência local pela água fornecida em carro pipa, supostamente vinda de uma fonte de boa qualidade, tal como já foi aqui citado.

Estes aspectos culturais devem ser levados em conta para se estabelecer um programa de universalização do abastecimento e acesso à água, daí se reforça a necessidade de emprego do princípio do procedimento com base na resposta à demanda conduzido pela comunidade, com a participação direta da sociedade na seleção das alternativas de abastecimento e dos sistemas segundo sua conveniência, assegurando seu compromisso com a gestão sustentável do sistema a implantar desde os primeiros passos.

A seleção da solução de abastecimento deve considerar os condicionantes físicos locais, as possibilidades de integração entre projetos com vistas a proporcionar economia de escala e o capital social da comunidade.

Os condicionantes físicos locais são referentes: ao tipo de manancial disponível, se superficial (açude ou poço amazonas em aluvião) ou subterrâneo (poço profundo no cristalino); à qualidade da água do manancial, que define com o tipo de tratamento necessário; a distância da fonte hídrica até a comunidade a atender, que impacta nos custos de implantação e operação; o desnível topográfico entre a fonte hídrica e a comunidade a abastecer que impacta diretamente nos custos de operação pela energia necessária para bombeamento; a geologia local do caminhamento da linha de adução e da rede de distribuição que pode chegar a triplicar o custo de implantação dos sistemas coletivos quando há presença de rocha a pouca profundidade; o relevo e topografia local da comunidade que define as zonas de pressão para construção de reservatórios elevados nas redes de distribuição; a rede viária local que define o caminhamento das tubulações de adução e distribuição, sendo inapropriado seu traçado por dentro de propriedades privadas sem a devida desapropriação ou doação do proprietário para servidão pública, etc.

Estes condicionantes físicos são essenciais a considerar no estudo de alternativas de solução de abastecimento que devem ser amplamente discutidos com a comunidade. Deve ser levada em conta sempre a questão econômica visando minimizar os custos de implantação e de operação e manutenção, devendo haver uma preferência em relação à minimização destes últimos. Isto se justifica pelo fato de que a implantação dos sistemas normalmente se dá com financiamento público via governos federal, estadual ou municipal, os quais podem absorver maiores

custos de investimento em prol de uma redução do valor da tarifa de operação e manutenção que será cobrada dos usuários.

Por exemplo, a seleção de um manancial mais distante (implica maior custo de implantação), mas que tenha altura manométrica de bombeamento inferior à de um manancial mais próximo da comunidade, porém com uma altura manométrica de bombeamento mais elevada do que o primeiro (implica maior custo de energia), seria preferível para a comunidade em virtude da redução dos custos de energia que correspondem à parcela maior dos custos de operação que impactam no valor da tarifa d'água a ser paga pelas famílias da comunidade.

A possibilidade de integração de projetos de abastecimento visando ampliar a economia de escala deve ser sempre buscada nos estudos de alternativas de solução para abastecimento de comunidades rurais difusas.

Essa integração deve visar sempre à eficiência econômica traduzida pela redução dos custos de operação e manutenção para as comunidades atendidas pelo sistema. A eficiência econômica nesse caso se torna sinônimo de eficiência energética, uma vez que o custo de energia corresponde ao segundo insumo mais caro da planilha de custos de operação e manutenção dos sistemas, perdendo apenas para o custo da mão-de-obra.

Os custos de energia de sistemas de abastecimento de comunidades rurais devem ser minimizados tanto quanto seja possível, mesmo que seja necessário um maior investimento inicial na construção do sistema. Em outras palavras, deve ser considerado um viés na seleção do diâmetro econômico de tubulações, optando sempre pelo diâmetro comercial imediatamente superior àquele obtido pelas equações tradicionais de dimensionamento tal como a fórmula de Bresse; devem ser buscadas soluções que se integrem por uma captação comum e uma única estação de tratamento de água, que embora impliquem em maiores custos operacionais globais, permitem a redução da tarifa pelo conjunto das famílias atendidas aproveitando a economia de escala; devem ser consideradas como alternativas prioritárias aquelas soluções integradas que possibilitem atender ao maior número de famílias possível com uma única zona de pressão (reservatório elevado) com distribuição gravitária da água na rede comum.

### 5.2.1.3 Modelo de Financiamento

O financiamento do sistema é questão chave para a viabilidade da solução de abastecimento. O financiamento do sistema é dividido frequentemente em: i) projeto e implantação do sistema e ii) operação e manutenção. Os custos de projeto e implantação são custos frequentemente elevados e são financiados pelo poder público. Os custos de operação e manutenção em algumas situações são custeados pelo poder público e em outros pelos usuários de forma direta. Tem-se observado que o financiamento total da O&M por parte do Estado é insustentável pela dificuldade deste de fazê-lo continuamente e por dificuldades logísticas.

O financiamento da implantação da infraestrutura deve ser realizado pelo poder público com recursos do tesouro federal, estadual e municipal, com peso maior para o federal. A possibilidade de financiamento externo com aval do Governo Federal e contrapartida dos estados e municípios é sempre uma opção a considerar, principalmente nos casos de implantação de grandes sistemas de abastecimento integrados, com elevados custos fixos de capital em captação, adução, tratamento e distribuição.

Há casos também em que sistemas simplificados de abastecimento em comunidades rurais são autofinanciados pelos proprietários de sítios e fazendas onde estas comunidades se formaram, os quais cobram uma tarifa de água fixa sem medição de consumo para os moradores, geralmente com algum tipo de vínculo econômico ou familiar com o proprietário. Normalmente isso ocorre em locais onde há um manancial superficial (açude) com água de boa ou razoável qualidade. Vários casos foram constatados na pesquisa desenvolvida nos municípios de Milhã, Senador Pompeu e Deputado Irapuan Pinheiro no estado do Ceará.

Este investimento inicial pode ser recuperado em pequena parcela em função da capacidade de pagamento da população beneficiada. Este financiamento pode ser realizado em parte por um fundo específico para a universalização do abastecimento de água para populações rurais, inclusive com recursos atualmente destinado para carro pipa e/ou imposto específico sobre serviços urbanos de saneamento ou energia. Proposta semelhante foi apresentada no Pacto das Águas (2009) sugerindo a criação de um fundo municipal para universalização do saneamento.

O custo de operação e manutenção do sistema pode ser financiado pelos seguintes mecanismos:

- Autofinanciamento;
- Subsídio cruzado: concessões de água das sedes municipais financiam a zona rural;
- Subsídio através de transferências direta para as famílias (Bolsa Água) no valor do custo dos carros pipa;
- Fundo de Abastecimento Rural - Subsídio através de imposto específico sobre o abastecimento urbano (saneamento ou energia).

O autofinanciamento da O&M de sistemas de abastecimento de comunidades rurais é sem dúvida, o mecanismo mais propício para garantir a sustentabilidade de longo prazo dos sistemas implantados. O autofinanciamento decorre da mobilização do capital social da comunidade fundamentada no processo de participação aqui descrito. Os beneficiários acordam previamente sobre o valor da tarifa a pagar pelo consumo da água levando em conta sua capacidade de pagamento. A tarifa cobre os custos de operação e manutenção e forma reservas de contingência para reposição de equipamentos depreciados pelo uso.

O mecanismo de autofinanciamento pode existir em comunidades com alto capital social, ou mesmo em comunidades com baixo capital social. A diferença é que na primeira a sustentabilidade do sistema é garantida pela comunidade independentemente da existência de lideranças que induzam continuamente a manutenção e conservação do sistema implantado.

Já nas comunidades com fraco capital social o processo de sustentabilidade depende da atuação de fortes lideranças locais que exercem uma pressão social para garantia do adimplimento do pagamento da tarifa viabilizando a operação e manutenção dos sistemas.

Quando estas lideranças por algum motivo se afastam da comunidade, pode surgir um vácuo de poder ou emergir conflitos insolúveis entre os membros da comunidade que ameaçam a adimplência no pagamento da tarifa e a própria sobrevivência do sistema implantado.

Estes fatos foram observados em algumas comunidades de Milhã. A sucessão de comando prevista em todos os estatutos das associações comunitárias,

se por um lado se fundamenta nos princípios democráticos de alternância de poder que devem orientar a participação social e política dos cidadãos, por outro lado pode se tornar uma ameaça à sustentabilidade dos sistemas quando o capital social da comunidade é fraco.

Há possibilidade de lideranças oportunistas com falso discurso democrático se apoderarem do comando das associações comunitárias com o intuito nem sempre comprometido com os interesses da mesma. A ausência de um *controle externo* nos sistemas autofinanciados é um fator desfavorável para a sustentabilidade dos sistemas nesses casos de comunidade com fraco capital social.

O financiamento da operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de comunidades rurais, via subsídio cruzado, no qual as concessões dos sistemas nas sedes urbanas municipais fiancessem a zona rural, seria o rebatimento para o nível municipal do sistema de subsídios cruzados existente na escala estadual, onde a economia de escala obtida nas regiões metropolitanas subsidia a operação e manutenção de sistemas deficitários de menor escala no interior.

A viabilidade do emprego deste tipo de subsídio cruzado depende da economia de escala que pode ser obtida na sede municipal para financiar total ou parcialmente a operação e manutenção dos sistemas de abastecimento das pequenas comunidades. É preciso se tomar cuidado para não onerar indevidamente a tarifa dos consumidores das sedes urbanas para prover esse subsídio cruzado.

Levando-se em conta que normalmente a população da sede urbana é bem menor do que a população vivendo no conjunto das comunidades rurais na maioria dos municípios, principalmente aqueles menores localizados no semiárido nordestino, seria muito difícil se estabelecer uma receita marginal da tarifa cobrada aos consumidores das sedes urbanas que fosse suficiente para cobrir todos os custos de operação e manutenção dos sistemas rurais de uma forma global.

A maior probabilidade de viabilizar essas trocas seria estabelecer um subsídio cruzado fundamentado na cobrança de um pequeno percentual da tarifa do consumidor urbano para alimentar um *fundo de reserva municipal* para financiar a reposição de equipamentos danificados ou desgastados pelo uso dos sistemas de abastecimento das comunidades rurais.

Esse fundo seria administrado por um Comitê Gestor formado por representantes do poder público municipal e das associações comunitárias,



vinculando estatutariamente uma forte participação da sociedade civil e associações de usuários para garantir a transparência de gestão e fiscalização do fundo.

O fundo poderia financiar a substituição dos equipamentos depreciados de forma onerosa ou não onerosa, isto é, quer fosse com a cessão a fundo perdido para as comunidades comprovadamente sem recursos para pagamento, quer fosse por empréstimo, para aquelas comunidades cuja escala econômica permitisse a aplicação de uma sobretarifa compulsória por um tempo determinado para pagar o empréstimo.

Caso houvesse receita de larga escala com a instituição de um subsídio cruzado obtido nas sedes urbanas e este fosse suficiente para criação de uma estrutura organizacional municipal voltada para dar assistência técnica às comunidades rurais do município seria a melhor alternativa para garantir a sustentabilidade de longo prazo dos sistemas rurais.

Outro mecanismo seria a instituição de subsídio através de transferências direta para as famílias (Bolsa Água) no valor do custo dos carros pipa. Este mecanismo seria bastante complexo uma vez que o valor do custo do abastecimento do carro pipa varia de comunidade para comunidade em função do consumo da comunidade; da distância da fonte hídrica; do momento de transporte da água transportada em estrada de terra e, do momento de transporte em estrada asfaltada. Haveria uma grande dificuldade no estabelecimento de critérios para definir estes parâmetros e um alto risco de manipulação política dos dados inerentes a estas variáveis visando maximizar a receita de certas comunidades.

Haveria dificuldade, por exemplo, na seleção do manancial a ser alocado para se calcular as variáveis para cada conjunto de comunidades sequenciadas num roteiro de carro pipa. A subjetividade do parâmetro “qualidade de água” a servir a população seria mote para maximizar a distâncias da fonte hídrica como forma de incrementar o repasse para cada comunidade. Outros artifícios nesse mister são facilmente construídos para servir de argumentação na barganha política.

Outra possibilidade variante em relação a esta fonte de subsídio seria o repasse do valor integral alocado pelo programa de abastecimento com carro pipa do Governo Federal para um fundo municipal para subsidiar a operação e manutenção de sistemas de abastecimento de comunidades rurais. Neste caso o município receberia o valor global destinado pelo programa de carro pipa e aplicaria

os recursos na implementação de um programa de construção, operação e manutenção de sistemas sustentáveis de abastecimento de água nas comunidades rurais.

O subsídio via Fundo de Abastecimento Rural através de imposto específico sobre o abastecimento urbano (saneamento ou energia), seria uma alternativa macro-econômica viável para solucionar a questão da universalização do acesso à água no meio rural e, provavelmente, apresentaria resultados mais robustos do ponto de vista de assegurar a sustentabilidade dos sistemas implantados.

No entanto, seria muito difícil viabilizá-lo politicamente como um imposto adicional para o contribuinte, uma vez que ele vai à contramão dos discursos pela redução da carga tributária nacional e demandaria um alto custo de transação política que dificilmente seria assimilado pelo conjunto da população. A lembrança recente dos desvios de função da cobrança da CPMF, inicialmente concebida para financiar a melhoria dos serviços de saúde e que acabou no caixa único do Governo Federal para subsidiar o superavit primário, ainda está muito recente na memória do contribuinte brasileiro que rejeitaria fortemente a instituição de um imposto adicional com a finalidade de subsidiar o abastecimento de comunidades rurais.

Uma alternativa para institucionalização deste imposto sem alardeamento de cobrança junto ao contribuinte individual seria a incidência do imposto pela aplicação de uma alíquota fixa na planilha de custos das concessionárias e empresas de saneamento urbanas, as quais repassariam o valor arrecadado diretamente para o fundo de subsídio. O consumidor pagaria a alíquota embutida diretamente no valor da tarifa d'água sem sua especificação em conta.

## 5.2.2 *Dimensões Afeitas à Sustentabilidade*

### 5.2.2.1 Capital Social da Comunidade

O capital social está intrinsecamente ligado à sustentabilidade de longo prazo do sistema. Katz & Sara(1998) propuseram seis indicadores para avaliação do capital social das comunidades com relação à implantação de sistema de abastecimento em zonas rurais:

- o papel das comunidades na implantação do projeto. Este indicador avalia como a comunidade se engajou no processo de implantação da solução selecionada para seu abastecimento;

- o envolvimento da comunidade na inicialização do projeto. Este indicador avalia se o procedimento foi com base na resposta à demanda conduzida pela comunidade ou se foi fruto de intervenção governamental sem a participação da comunidade;

- o grau pelo qual a comunidade fez uma escolha informada sobre o tipo de sistema de abastecimento construído. Avalia a participação da comunidade nas tomadas de decisão sobre o sistema implantar e qual foi o nível de informação e transparência sobre os custos que recairão sobre a mesma após a implantação do projeto;

- o nível e a qualidade dos domicílios. Indicador que avalia as condições socioeconômicas das famílias da comunidade;

- a capacitação do comitê gestor da água. Serve para avaliar qual é o grau de informação e capacitação sobre gestão do sistema que foi transmitido aos gestores da comunidade;

- a comparação como o projeto é percebido pelos chefes de família dos domicílios e pelas lideranças locais ou membros do comitê gestor das águas. Este indicador busca comparar as diferentes percepções entre os que lideram o processo (gestores) e os usuários do sistema implantado. Serve para identificar possíveis hiatos entre aqueles que gerenciam o sistema e seus usuários.

O capital social da comunidade será o principal parâmetro de sustentabilidade de um projeto a ser implantado. Dependendo do engajamento da comunidade é possível que mesmo projetos com falhas de concepção de engenharia venham a se tornar sustentáveis pela capacidade da comunidade em reverter uma situação desfavorável corrigindo suas deficiências.

Por exemplo, é possível que o custo de operação de um sistema implantado se torne elevado em função do custo de energia decorrente de um dimensionamento errado da tubulação ou do sistema de bombeamento, ou ainda decorrente do

incremento de demanda pela agregação de outras comunidades e/ou famílias isoladas inicialmente não contempladas no projeto original. Neste caso, a comunidade pode encontrar meios para compensar tarifariamente a elevação destes custos operacionais ou formar uma poupança visando à correção do problema técnico.

Por outro lado, comunidades com baixo nível de engajamento tendem a tornar inviáveis a médio e longo prazo projetos de engenharia bem concebidos e otimizados pelo incremento da inadimplência, pelo mau uso das instalações e pela pouca ou nenhuma preocupação com a manutenção preventiva e preditiva dos sistemas implantados.

A participação social representa uma possibilidade real de influir na tomada de decisões, em particular no que diz respeito aos assuntos de vital importância para a vida dos atores envolvidos. E isso significa acesso ao poder, à informação e a todo um processo de “*empoderamento*” no seio da sociedade civil (CEARÁ, 2010).

#### 5.2.2.2 Modelo de Gerenciamento

Estudos conduzidos por Mantilla (2011), CEARÁ (2010), Falk, Bock e Kirk (2009), Lockwood (2004), Kaliba (2003) e BANCO MUNDIAL (2002) convergem para a conclusão de que o modelo de gestão dos sistemas de abastecimento é o fator governante da sustentabilidade de longo prazo.

Via de regra, mesmo que seja assegurada a sustentabilidade de um sistema inerente aos fatores técnicos de projetos, como a escolha correta de um manancial sustentável em relação às variações climáticas; adequação tecnológica do sistema implantado ao padrão cultural da comunidade; etc., é o *gerenciamento* do sistema a peça chave da sua sustentabilidade.

O gerenciamento é a forma de como se dá a operação e manutenção do sistema implantado, assegurando sua continuidade, eficiência, eficácia e sustentabilidade econômica.

O modelo de gerenciamento a ser adotado é dependente obviamente da escala do sistema a ser gerenciado, ou seja, se o mesmo é de uma amplitude estadual, regional, municipal ou local, ao nível de comunidade.

O gerenciamento de um sistema de abastecimento para pequenas comunidades rurais assume diferentes características de sustentabilidade dependendo se este se dará com a participação direta ou não da comunidade atendida pelo sistema.

Diversos estudos conduzidos por pesquisadores e pelo Banco Mundial no final da década de 90, em comunidades rurais de países em desenvolvimento, tais como o estudo elaborado por Katz & Sara (1998), concluíram por haver uma tendência maior para a sustentabilidade nas comunidades onde prevalecia a implantação de sistemas oriundos da adoção de uma abordagem do tipo *resposta-à-demanda, impulsionado pela comunidade* do que do tipo *suprir-a-comunidade, conduzido pelo governo*.

Na primeira abordagem há uma justa participação direta dos membros das comunidades na seleção das opções tecnológicas do projeto a ser implantado; uma discussão clara e transparente sobre os custos inerentes à operação e manutenção dos sistemas; e uma discussão prévia sobre a sua disposição-a-pagar, ao contrário da segunda abordagem, onde as decisões são tomadas de forma vertical a partir dos agentes governamentais e/ou contando até mesmo com a participação de lideranças locais, as quais nem sempre são bem representativas da comunidade como um todo.

Os fatores ligados à sustentabilidade afloram de maneira significativamente diferente nestas duas abordagens: na primeira, a comunidade se integra desde o início ao projeto mobilizando seu capital social para alcançar o objetivo em comum que é a implantação, operação e manutenção de forma sustentável do projeto; na segunda, sem a participação da comunidade no processo de seleção das opções e decisões a serem tomadas há sempre uma possibilidade de rejeição ao projeto por parte de segmentos da comunidade que se sentem excluídos ou são ostensivamente excluídos do processo. Neste caso, a auto exclusão, o desinteresse pelo projeto e a inadimplência no pagamento das tarifas de água ameaçam a sustentabilidade de longo prazo do projeto.

O modelo de gerenciamento a adotar e o grau relativamente previsível de sustentabilidade de um projeto são então uma consequência direta da escala de atuação do sistema, do tipo de abordagem adotado para construção do projeto, do capital social da comunidade atendida e da natureza tecnológica do sistema implantado.

O sucesso do PAM e das intervenções está condicionado às alternativas de modelos de abastecimento e de gerenciamento empregados que garantam a sua sustentabilidade. Estes fundamentos teóricos foram desenvolvidos por Souza Filho & Enéas da Silva (2010) tendo sido inseridos no Plano de Águas Municipal de Milhã.

#### 5.2.2.2.1 Princípios para um Modelo de Gerenciamento

Souza Filho & Enéas da Silva (2010) definem os seguintes princípios que devem orientar a seleção de um modelo de gerenciamento para sistemas de abastecimento de populações rurais difusas:

- Princípio da Sustentabilidade;
- Princípio da Parcimônia Territorial;
- Princípio da Resposta à Demanda;
- Princípio da Autodeterminação.

O modelo de gerenciamento de sistemas de abastecimento de água tem como princípio a sustentabilidade em sua dimensão administrativa-financeira, técnica, social e ambiental.

A sustentabilidade administrativa-financeira é traduzida na capacidade de realizar as ações de interlocução com os usuários, ações contábeis e da arrecadação dos recursos financeiros para custear o sistema. Desafio relevante para esta dimensão da sustentabilidade consiste na garantia dos recursos necessários a para financiar os custos de Operação e Manutenção (O&M). Sistema que não consiga financiar a sua operação e manutenção não proverá os benefícios a que se propõe.

O financiamento da O&M pode ser realizado pelos usuários, pelo poder público ou por ambos. Observação de campo mostra que em diversas experiências

como a dos poços com dessalinizadores o poder público tem dificuldade de garantir continuamente a operação e manutenção do sistema. Esta dificuldade é logística e de recursos financeiros. Os sistemas com maior longevidade apresentam financiamento de parcela significativa da O&M realizado pelos próprios usuários. Observa-se que os investimentos de implantação dos sistemas são frequentemente custeados pelo poder público.

A sustentabilidade técnica (operacional) consiste na garantia operacional do serviço. A sustentabilidade técnica constitui-se nos recursos humanos e equipamentos para realizar todas as ações técnicas necessárias para prover continuamente água para a população. Para este fim faz-se necessário um bom projeto da infraestrutura de abastecimento, pessoal qualificado para operar o sistema e, quando necessário, um especialista.

A sustentabilidade social é a legitimidade e o apoio político que o sistema de abastecimento tem da comunidade que beneficia. Esta dimensão é que garante a adesão dos grupos sociais ao sistema de abastecimento sendo essencial para prover condições materiais para a ocorrência das demais dimensões da sustentabilidade.

A sustentabilidade ambiental consiste em garantir a manutenção dos ecossistemas mitigando o impacto deletério do sistema de abastecimento sobre estes. O resíduo do tratamento (ex. resíduo de dessalinizador) necessita de uma disposição final adequada.

As escalas territoriais das soluções dos sistemas de abastecimento podem ser diversas: Estado, Região (intermunicipal), Municipal, Sistema Local e Sistema Individual (familiar). Deve-se respeitar a subsidiariedade da tomada de decisão, ou seja, o problema deve ser resolvido na menor escala territorial possível reduzindo custos de transação do sistema. Ao mesmo tempo em que se deve tomar partido da economia de escala existente nos sistemas de abastecimento de água. O princípio da parcimônia territorial consiste na síntese destas duas dimensões (subsidiariedade e economia de escala) frequentemente conflitantes.

O princípio do procedimento com base na resposta a demanda consiste no reconhecimento de que as populações que se organizaram para produzir uma

demanda de abastecimento estão mais preparadas do ponto de vista do seu capital social e de seu compromisso para a gestão sustentável do sistema. A demanda deve ser caracterizada por um claro compromisso da comunidade na melhoria do serviço de água e em uma clara manifestação de quanto se está disposto a se pagar por diferentes níveis de serviço.

As comunidades devem ter suas decisões respeitadas, não lhes devendo ser imposta nenhuma solução. Esta é a base sob a qual se assenta o princípio da autodeterminação. A decisão da comunidade deve ser uma decisão informada com um claro entendimento da mesma das implicações das alternativas.

O modelo de gerenciamento está associado ao tipo de solução de infraestrutura selecionada para a localidade. Não obstante este fato o modelo deve promover condições de sustentabilidade financeira, eficiência operacional e legitimidade e integração social.

O Pacto da Águas (Ceará, 2009, p. 232) propõe a construção de um modelo único de gerenciamento dos sistemas de abastecimento das populações rurais com base na experiência adquirida do Sisar.

A proposta surgiu do reconhecimento da necessidade de se implantar um modelo de gestão sustentável que atendesse às comunidades acima de 50 famílias não atendidas pelo Sisar e nas comunidades abaixo deste número. A proposta seria um modelo de gestão compartilhada para os sistemas de saneamento rural envolvendo o Estado, Bacias, Municípios e Comunidades, sendo abrangente para todo o estado do Ceará.

Neste modelo a responsabilidade da gestão seria do município cabendo ao estado incentivar a implantação em todos eles de um sistema municipal de saneamento rural sustentável e atendendo todas as comunidades rurais do município.

A gestão dos sistemas comunitários seria compartilhada entre a associação da comunidade e o ente municipal responsável pelo Sistema Municipal de Saneamento Rural (SMSR).



Além disso, cada município criaria um fundo municipal para universalização do saneamento rural com dupla finalidade: garantir a operação e manutenção dos sistemas comunitários de saneamento e subsidiar os sistemas comunitários deficientes.

Avalia-se aqui a dificuldade de se ter um modelo único para o Ceará devido à heterogeneidade dos capitais sociais e da base física, além da imperiosa necessidade de se respeitar o princípio da autogestão que determina que cada comunidade seja livre para escolher se deve ou não aderir à determinada proposta.

Neste sentido propõe-se aqui que exista um **polimorfismo de organizações sociais** para o gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água. Caso haja convergência ao final do processo para uma única forma de organização será ótimo, caso contrário e o sistema se apresentar com bom desempenho, será ótimo também.

As alternativas de modelo de administração são do tipo centralizado e descentralizado. Existindo variantes intermediárias entre os extremos destes tipos. Seis alternativas de modelo de administração foram identificadas:

- Sistema Individual
- Sistema Local (redes autogestionárias)
- Gestão Municipal Integrada: sede e zona rural
- Consórcio intermunicipal Integrado: sede e zona rural
- Rede Estadual –SISAR
- Empresa Estadual (Autarquia) de Saneamento Rural

Por décadas tomadores de decisão política tem tido experiências ambíguas com relação à gestão centralizada e descentralizada de recursos de uso comum (ANDERSSON & OSTROM, 2008). Há um entendimento geral que um sistema governamental totalmente centralizado é frequentemente ineficiente devido ao elevado custo de transação.

Por outro lado um processo totalmente descentralizado tem se mostrado como sendo ingênuo ou crescente difícil (OSTROM, 2005, 2009). Este fato é

marcante nas soluções de abastecimento devido ao elevado custo de implantação da infraestrutura que necessita frequentemente de um agente financiador da mesma.

A proposição de um sistema polimorfo com múltiplos centros com jurisdições e autoridades diversas proposto anteriormente neste texto está em conformidade com a proposição de Andersson and Ostrom (2008), onde cada centro de decisão/administração tem autonomia para estabelecer as regras e sanções ao seu não comprimento, devendo aqui ser observado que cada um destes centros tem sua autoridade sobre determinada área geográfica (CLEAVER, 2000; OSTROM, 2005, 2009).

Alguns fundamentos que devem ser observados pela administração do sistema são:

- O estabelecimento de um nível de organização da comunidade é elemento necessário para o sucesso;
- O efetivo Envolvimento familiar requer bom fluxo de informação e mobilização social;
- Os princípios básicos de gestão comunitária incluem a participação, o controle sobre a tomada de decisão, a apropriação e a partilha de custos;
- A gestão comunitária é vista como base para a manutenção e o funcionamento de longo prazo.

Segundo Katz & Sara (1998) há cinco grandes categorias de regras para os projetos que são transcritas a seguir:

- *Os critérios de elegibilidade:* Regras para participação devem ser amplas o suficiente para que a elegibilidade não seja em si a garantia de cada comunidade elegível receber o serviço. Compromissos do serviço devem seguir, e não preceder, a iniciativa da comunidade em busca da melhoria;
- *Pedido Informado da comunidade:* O projeto deve estabelecer procedimentos para permitir um fluxo adequado de informações para

as comunidades. As comunidades devem ser capazes de fazer escolhas informadas sobre a possibilidade de participar no projecto. Eles devem saber de antemão os termos de sua participação e responsabilidade para a sustentação do projeto;

- *Opções técnicas e níveis de serviço:* Comunidades devem participar ativamente na escolha dos níveis de serviço. Uma gama de opções técnicas e níveis de serviço devem ser oferecidos para as comunidades, com o custo operacional e as implicações relacionadas;
- *Alocação dos custos:* Os princípios básicos da partilha de custos devem ser especificados e deixando claro desde o início a todos os interessados. A repartição dos custos deve ser projetada de modo que a comunidade escolhe os níveis de serviço para o qual está disposta a pagar. Idealmente, as comunidades que exigem um nível superior (ou seja, mais caro) do serviço deverão pagar mais do que aqueles que preferem um nível básico de serviço;
- *Responsabilidades para apoio ao investimento:* regras sobre a propriedade de ativos, O & M, e de recuperação contínua dos custos do sistema devem ser estabelecidos e acordados com todas as partes interessadas.

A administração da solução de abastecimento de água deve segundo LOCKWOOD (2002) observar:

- *Assistência Técnica:* prestar assistência e orientações sobre uma série de tópicos de apoio da estrutura do modelo de gerenciamento pela comunidade, bem como a prestação de aconselhamento independente nos casos em que algum tipo de arbitragem pode ser necessário;
- *Formação:* em curso de formação dos membros das comissões pertinentes em uma variedade de disciplinas de operação e de manutenção física para a promoção da contabilidade e higiene, construção de capacidades no nível da comunidade;
- *Informação e Vigilância:* acompanhamento regular do desempenho do sistema e retroalimentação de informações de medidas corretivas;

- Coordenação e Facilitação: ajudar a estabelecer vínculos entre as estruturas comunitárias de gestão e de entidades externas, tanto do setor público ou privado;

O gerenciamento deve ser sustentável. Segundo Katz & Sara (1998) os critérios de avaliação da sustentabilidade e desempenho do sistema são:

- As condições físicas do sistema: Mede a condição física geral do sistema de água. É fundamentado em fatores como qualidade de construção, o nível de pressão no sistema e vazamentos ou defeitos na alvenaria ou tubo;
- A satisfação dos consumidores: Esta mede a satisfação geral do consumidor com o sistema de água. Baseiam-se em opiniões expressas em fatores tais como a satisfação com a quantidade e qualidade da água recebida, sabor e cor, e o uso contínuo de fontes alternativas;
- Práticas de O & M: Este analisa fatores como se a comunidade tem um operador designado, o acesso a ferramentas e peças de reposição, e informações sobre a continuação do apoio;
- Gestão Financeira: Esta avaliação é baseada em uma revisão dos registros financeiros de cada comunidade e entrevistas com a comissão de água e tesoureiro;
- Disposição para sustentar o sistema: o apoio comunitário medidas para a sustentação do sistema de água. Ele avalia o grau em que os membros da comunidade se sentem responsável por sua manutenção de seu sistema.

O modelo de gerenciamento deve garantir o apoio técnico de suporte ao sistema implantado. As soluções de abastecimento necessitam de acompanhamento técnico independente de sua escala. Este apoio técnico visa garantir o abastecimento em qualidade e quantidade com eficiência financeira. A operação sistemática dos sistemas é o objeto deste apoio técnico.

Os sistemas com maior complexidade necessitam mais intensamente deste apoio, elevando-se o nível de expertise do apoio técnico com o crescimento da complexidade do sistema.

A operação dos sistemas de abastecimento coletivo das pequenas comunidades rurais, normalmente envolve apenas o ligamento e desligamento de bombas e algumas manobras em registros e válvulas nas estações de tratamento e na rede de distribuição. Estas operações diárias simples podem ser absorvidas por pessoas da própria comunidade por meio de um curso de capacitação, requerendo para tanto um nível de instrução primária.

A manutenção dos sistemas coletivos das pequenas comunidades normalmente requer um eletricista para dar manutenção em quadros de comando das bombas e sistema elétrico; um bombeiro hidráulico para dar manutenção nas tubulações e acessórios e, um mecânico de bombas para dar manutenção nas mesmas.

O nível de instrução exigido para essa manutenção é o técnico de nível secundário e dificilmente é encontrado alguém com esse perfil nas comunidades. Assim, faz-se necessário a existência de um ente organizacional que possa suprir pessoal qualificado para estas operações.

O modelo Sisar adotado no estado do Ceará conseguiu suprir essa necessidade de suporte técnico de manutenção para os sistemas sob sua jurisdição. No entanto, as pequenas comunidades rurais não fazem parte da escala de atuação do Sisar. A possibilidade de criação de um órgão municipal ou consórcio municipal para esse fim específico de dar assistência técnica aos sistemas de abastecimento rural é uma necessidade que tem de ser devidamente equacionada.

Os sistemas de abastecimento de maior complexidade atendendo a distritos e comunidades urbanas de maior porte já se enquadram ao nível de Sisar, e devem ser objeto de suporte técnico de uma concessionária estadual ou municipal, tal como hoje se faz.

### 5.2.2.3 Garantia Qualitativa e Quantitativa

Os aspectos quantitativos e qualitativos estão associados aos usos finalísticos da água fornecida à população. Esta questão será mais bem esclarecida apresentando aqui os resultados da pesquisa conduzida pelo GGRC no sertão central do Ceará que revelou que raramente a população de uma determinada comunidade faz uso de um único manancial para todos os fins.

O mais comum era haver uma cesta de opções de abastecimento para diferentes usos. Em todas as comunidades visitadas identificou-se pelo menos uma fonte primária de abastecimento, podendo ser um pequeno açude, cacimba ou poço amazonas, poço profundo ou cisterna.

Em quase todas as comunidades prevalecia a existência de múltiplas fontes de abastecimento, sendo algumas empregadas para usos domésticos gerais ou para pequena produção de subsistência. Porém, a situação mais grave e preocupante, era o acesso à água potável, na grande maioria garantida por cisternas de placas ou alvenaria alimentadas por carro pipa.

A Figura 5.3 mostra uma fotografia de casa na comunidade de Várzea Alegre em Milhã, apresentando a tipicidade do problema do abastecimento na maioria das comunidades da área do projeto: um hidrômetro para medir a água consumida de uma rede de distribuição proveniente de um açude que não apresentava garantia de disponibilidade hídrica; uma cisterna de alvenaria para captação de água de chuva que não atendia as necessidades de consumo da família e; um tambor de plástico para recebimento da água de carro pipa numa cota diária de 100 litros/família/dia.



Figura 5.3: Cesta de soluções típicas de abastecimento unifamiliar (Várzea Alegre, Milhã, 2009)

Observou-se na maioria das comunidades a dicotomia entre quantidade de água e qualidade. A maior parte das fontes com água potável não ofereciam a quantidade suficiente para abastecimento humano das comunidades, enquanto que as fontes com maior quantidade de oferta tinham sua qualidade comprometida quer fosse pelo alto teor de salinidade, quer fosse pela poluição por excrementos animais, principalmente pelo gado, quer fosse até mesmo por dejetos humanos, além de alguns serem poluídos por agrotóxicos.

Várias famílias que contavam com sistemas de rede de abastecimento primária domiciliar para usos gerais eram obrigadas a percorrer distâncias de várias centenas de metros ou quilômetros na busca por água potável para beber, nos casos de ausência de abastecimento por carro pipa.

A Figura 5.4 mostra a fotografia de um senhor residente na comunidade de Paus Brancos em Quixeramobim que se deslocava diariamente num jumento o equivalente em linha reta a 1039,5 m (desde as coordenadas E=449.943 e N=9.401.124 para as coordenadas E=449.162 e N=9.401.810) para buscar água em um poço amazonas para suprir água de beber à sua família, mesmo havendo na sua

comunidade um sistema de abastecimento provido por poço o qual era administrado pelo SAAE local, porque, segundo o entrevistado, “a água do SAAE adoecia as crianças”.



Figura 5.4: Busca de água “saudável” em poço amazonas (Paus Brancos, Quixeramobim, 2009)

O sonho da maior parte das famílias entrevistadas durante a pesquisa era ser beneficiada com cisterna de placas do Programa Um Milhão de Cisternas para o Semiárido – P1MC, implementado pela ASA – Articulação do Semiárido com recursos do MDS-Ministério do Desenvolvimento Social, ou pelo Projeto Dom Helder Câmara com recursos MDA-Ministério do Desenvolvimento Agrário financiado pelo FIDA-Fundo Internacional para Desenvolvimento da Agricultura.

A Figura 5.5 mostra a fotografia de uma cisterna de placas padronizada recém-construída à época na comunidade de Floresta, município de Deputado Irapuan Pinheiro, pelo P1MC, na residência do Sr. Manoel Josimar Pinheiro, nas coordenadas E=468.942 e N=9.359.260. A sua residência possuía água encanada do açude Floresta, mas que não servia para beber. A área de captação de telhado era de 53,29 m<sup>2</sup>.





Figura 5.5: Cisterna de placas do P1MC (Floresta, Deputado Irapuan Pinheiro, 2009)

As cisternas de placas padronizadas de 16 m<sup>3</sup> podem não garantir o abastecimento das famílias ao longo de todo o ano por várias razões: insuficiência de área de captação das chuvas; insuficiência eventual de precipitações; problemas de vazamento; porém, a principal causa identificada na maioria das comunidades da área da pesquisa foi a solidariedade comunitária. Na maior parte das comunidades somente algumas famílias eram contempladas com a construção de cisternas, devido aos critérios seletivos de elegibilidade. Assim, após a construção de uma cisterna numa residência, havia uma repartição voluntária da água acumulada com as demais famílias vizinhas que, na maioria das vezes, eram parentes próximos, pelo princípio da solidariedade humana e parental.

Desta forma, uma cisterna que deveria atender somente a uma família passava a atender a várias famílias, praticamente eliminando a garantia de sua sustentabilidade hídrica durante ciclo de estiagem anual, acarretando na necessidade de abastecimento posterior com carro pipa. O que mais se observou nas comunidades visitadas foram cisternas de placas ou de alvenaria sendo empregadas como receptor comunitário da água distribuída pelos carros pipa para distribuição entre as várias famílias locais.

A Figura 5.6 mostra a fotografia de uma cisterna de alvenaria com capacidade de acumulação de 19,17 m<sup>3</sup>, construída na residência da Sra. Terezinha Vieira, nas coordenadas E=479.332 e N=9.368.964, com área de captação de telhado de 99,84 m<sup>2</sup>, na comunidade de Sítio Cipó, em Milhã, e que se destinava ao abastecimento de várias casas de parentes próximos.



Figura 5.6: Cisterna de alvenaria de 19,17 m<sup>3</sup> destinada ao abastecimento multifamiliar ( Sítio Cipó, Milhã, 2009)

Outro detalhe importante com relação à aceitação ou não das cisternas de placas como uma alternativa de solução do problema do abastecimento de água para beber para muitas famílias era que a cisterna estava atrelada à propriedade da terra, mas a concessão era por família inscrita no programa. Muitas famílias eram apenas moradores locais sem possuírem título de posse da casa. Caso aceitassem a construção de cisterna em propriedade de outrem, elas corriam o risco de, ao serem despejadas pelo proprietário, perderem o direito de obter uma nova cisterna em outro local. Assim, preferiam não aderir ao programa P1MC.

A questão do acesso à água estava também intrinsecamente relacionada com as redes de poder e nas relações clientelistas e paternalistas existentes. A maior parte dos açudes locais que apresentavam uma capacidade suficiente de regularização hídrica para prover pelo menos o abastecimento humano das

comunidades rurais difusas próximas aos mananciais possuíam verdadeiros “donos” que facilitavam ou dificultavam o acesso à água, mesmo nos casos em que estes haviam sido construídos com verba pública. Este fato consistia numa apropriação privada indevida e ilegal da água que violava o direito constitucional que define a dominialidade da água como um bem público.

No entanto, as próprias comunidades reconheciam esse “direito de propriedade da água dos açudes” em função das poderosas redes de poder locais estabelecidas pela política do clientelismo e do paternalismo. Embora não houvesse latifúndios de importância na área pesquisada, a propriedade da terra e do acesso aos benefícios e infraestruturas patrocinados pelo poder público continuava sendo instrumento de jogo político para assegurar o continuísmo de oligarquias dominantes de origem secular.

A segurança hídrica quantitativa e qualitativa das comunidades rurais é, dessa forma, um processo complexo que perpassa desde a existência de fontes hídricas que possam garantir o abastecimento; à opção tecnológica da solução de abastecimento; até a conjuntura institucional, social e política do município e as relações de poder entre os membros da comunidade e as oligarquias dominantes.

## **6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO DO PRIMEIRO PAM**

### **6.1 Localização e População da Área do Projeto**

A área selecionada para o desenvolvimento da pesquisa do projeto fica localizada no sertão central do estado do Ceará, compreendendo uma região semiárida, sobre o embasamento geológico cristalino, aonde historicamente a população tem convivido com os estigmas das secas periódicas que assolam o território nordestino do Brasil.

O sertão central do Ceará corresponde a um conjunto de 33 municípios dos quais foram selecionados cinco para início dos estudos: Quixeramobim, Senador Pompeu, Milhã, Deputado Irapuan Pinheiro e Solonópole.

Após as primeiras viagens de inspeção de campo, decidiu-se por razões logísticas e econômicas concentrar as pesquisas de campo em apenas três municípios: Milhã, Senador Pompeu e Deputado Irapuan Pinheiro. Para detalhamento das intervenções e elaboração do primeiro Plano de Águas Municipal foi selecionado o município de Milhã.

A Figura 6.1 mostra a localização da área do projeto no Mapa Político do Brasil na América do Sul.

A Figura 6.2 apresenta o mapa do estado do Ceará com a localização dos cinco municípios pesquisados.



Figura 6.1: Localização da área do projeto no Brasil e América do Sul.



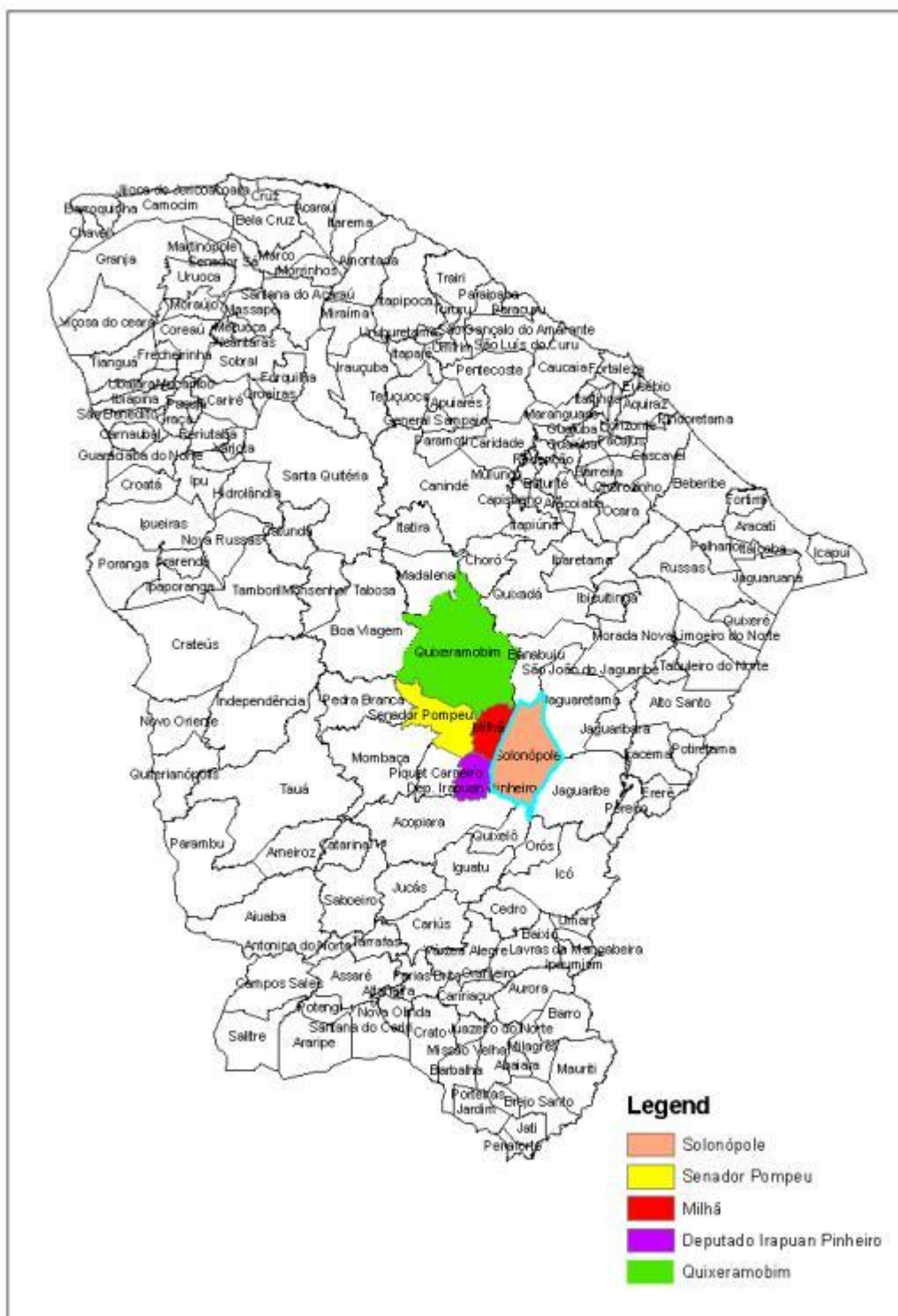


Figura 6.2: Localização da área do projeto no Mapa Político do Estado do Ceará.

A Tabela 6.1 apresenta um sumário dos dados populacionais dos municípios inicialmente pesquisados. A seleção dos municípios de Milhã, Deputado Irapuan Pinheiro e Senador Pompeu para concentração da pesquisa de campo se deveu a questões econômicas e de logística de deslocamento optando-se por:

- municípios de menor área geográfica a cobrir com a pesquisa;
- contiguidade espacial dos municípios;
- maior concentração de população rural;
- menor PIB per capita.
- menor índice de desenvolvimento humano.

TABELA - 6.1  
Dados populacionais dos municípios inicialmente pesquisados

Município	Pop. Total	População Urbana		População Rural		Área	Densidade Demográfica
	(hab)	(hab)	(%)	(hab)	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(hab/Km <sup>2</sup> )
Dep Irapuan Pinheiro	9.094	4.131	45,4	4.963	54,6	470	19,3
Milhã	13.078	5.969	45,6	7.109	54,4	502	26,0
Quixeramobim	71.912	43.446	60,4	28.466	39,6	3330	21,6
Senador Pompeu	26.494	15.715	59,3	10.779	40,7	956	27,7
Solonópole	17.657	9.102	51,5	8.555	48,5	1536	11,5

(Fonte: IBGE, 2011)

## 6.2 Aspectos Fisiográficos do Município de Milhã

Apresenta-se a seguir as características fisiográficas do município de Milhã, o qual foi selecionado para elaboração do primeiro PAM.

### Temperatura:

A temperatura média do município varia entre 26 °C a 28 °C, com médias máximas de 29 °C e mínimas de 23 °C.

### Clima:

Tropical quente semiárido.

### Pluviosidade:

A média anual é de 763 mm/ano. A Figura 6.3 mostra a variação anual de precipitação no município de Milhã, referente ao posto pluviométrico da FUNCEME.

A Figura 6.4 mostra o histograma de variação média mensal de precipitação no município.

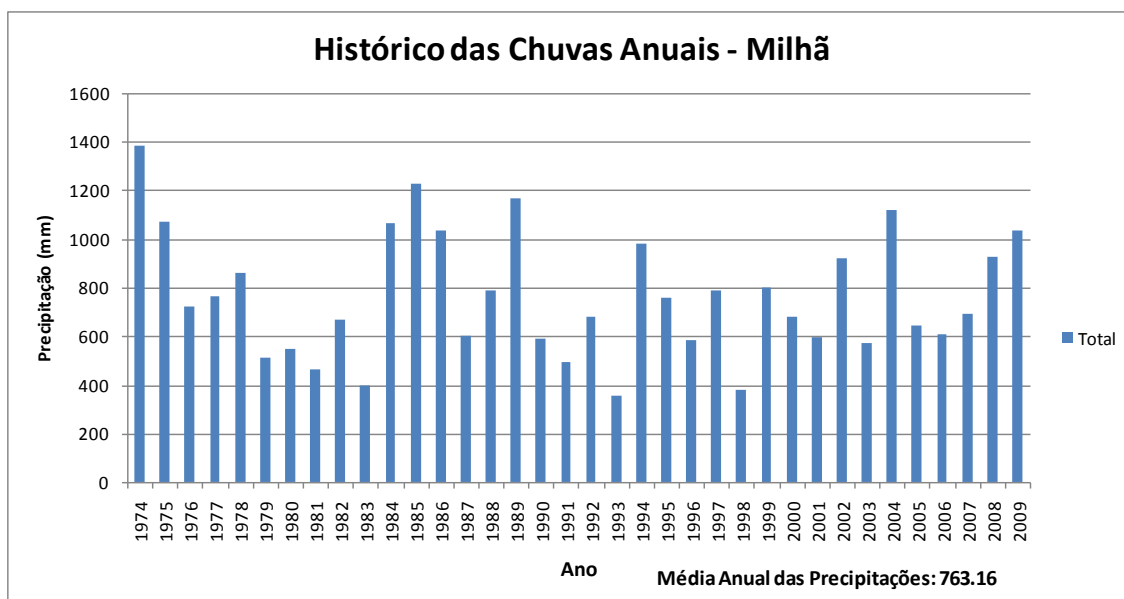


Figura 6.3: Histórico da precipitação total anual em Milhã (Fonte: FUNCEME, 2011).

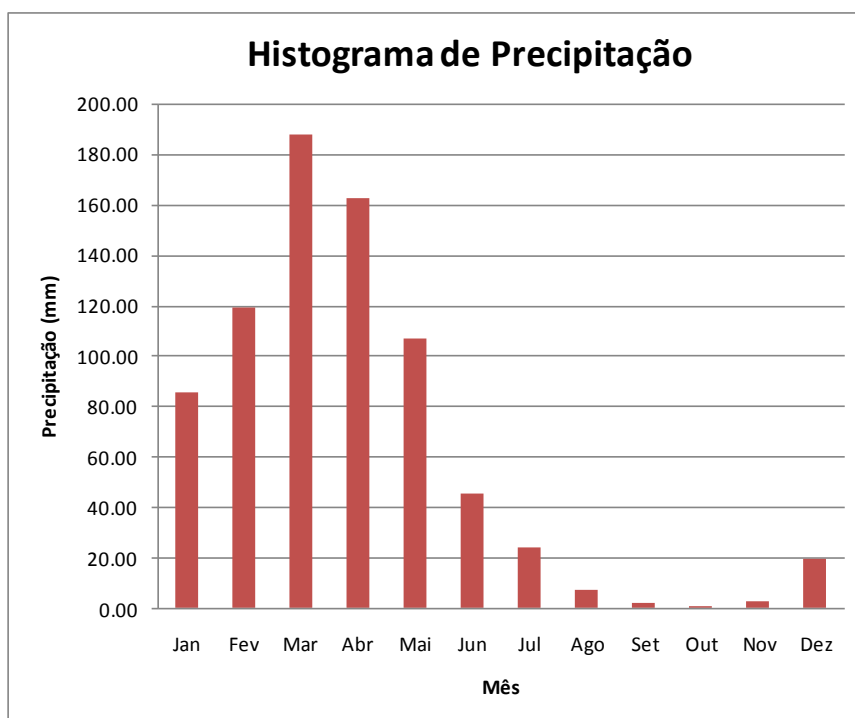


Figura 6.4: Variação da precipitação média mensal em Milhã.



### Vegetação:

A vegetação predominante é do tipo caatinga arbustiva densa. A Figura 6.5 mostra o aspecto da vegetação predominante na região.



Figura 6.5: Aspecto da vegetação de caatinga predominante na área do projeto.  
(Milhã, 2009)

### Relevo:

A altitude média é de 215 m. O relevo tem formas suaves e pouco dissecadas da Depressão Sertaneja, um produto da superfície de aplainamento em atuação a partir do Cenozóico. São observadas altitudes entre 200 e 500m.

### Solos:

Os solos são litólicos, com ocorrência de Bruno não Cálcico, Planassolo Solódico, Podzólico Vermelho-Amarelo e Regossolos.

### Geologia:

Segundo dados da CPRM, na área somente ocorrem rochas antigas, granitos, gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano. Podem ser encontradas também

pequenas manchas de colúvio (sedimentos conglomeráticos e arenosos), bem como depósitos aluvionares nos leitos das drenagens principais. A Figura 6.6 mostra a inserção do município de Milhã no embasamento geológico do Estado do Ceará.

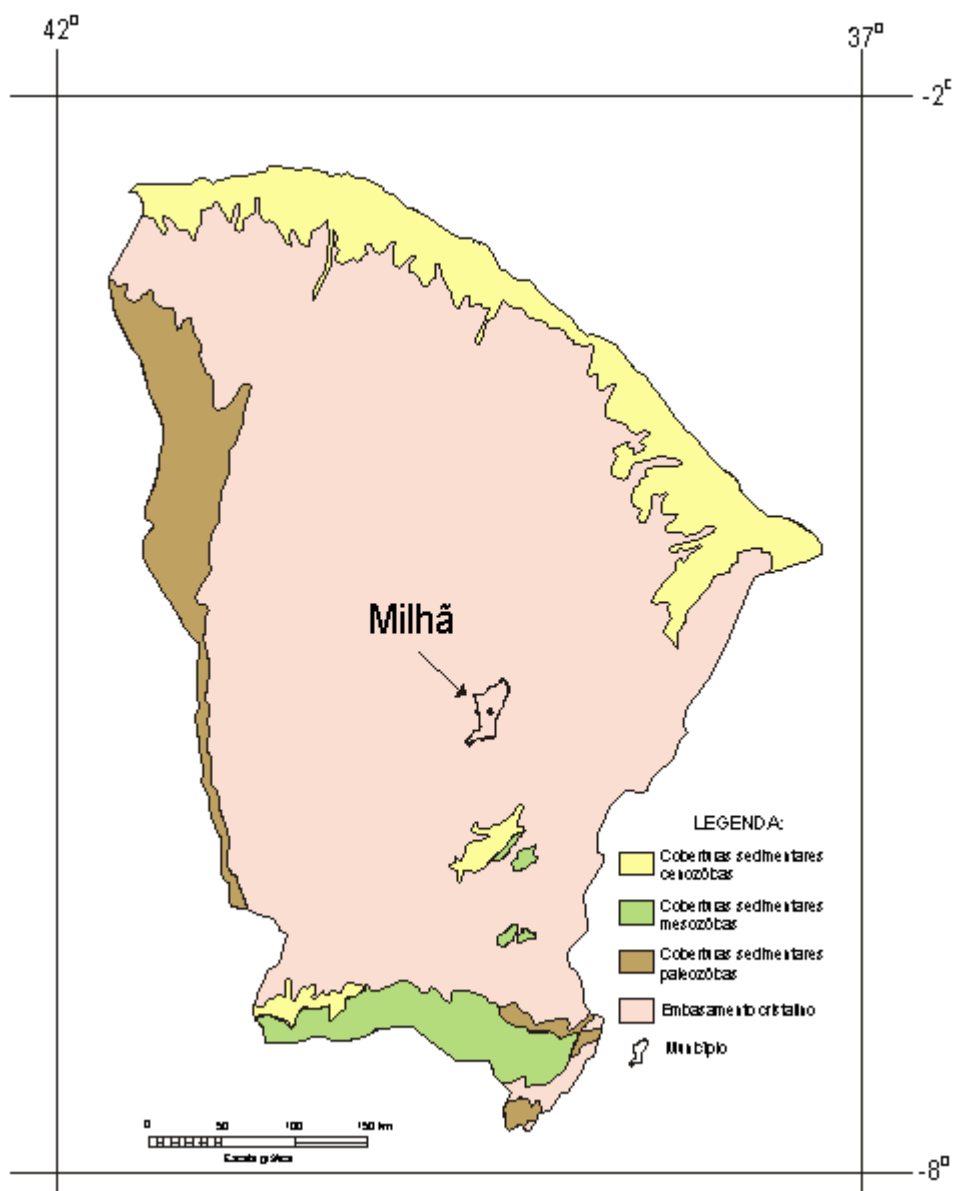


Figura 6.6: Inserção do município de Milhã no embasamento cristalino do Estado do Ceará. (Fonte: CPRM, 2008)

### 6.3 Aspectos Socioeconômicos

#### Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal

Para comparação socioeconômica entre os municípios pesquisados foi empregado o índice IFDM preferencialmente ao IDH-m. O Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) nasceu em resposta à necessidade de se monitorar anualmente o desenvolvimento socioeconômico de uma região, considerando as diferentes realidades de sua menor divisão federativa: o município (FIRJAN, 2011).

Emprego & renda, Educação e Saúde constituem as três esferas contempladas pelo IFDM, todas com peso igual no cálculo para determinação do índice de desenvolvimento dos municípios brasileiros. O índice varia de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior será o nível de desenvolvimento da localidade, o que permite a comparação entre municípios ao longo do tempo.

O IFDM distingue-se por ter periodicidade anual, recorte municipal e abrangência nacional. Por ter recorte municipal, foram privilegiados os aspectos básicos indispensáveis ao desenvolvimento local. A leitura dos resultados – seja por áreas de desenvolvimento, seja pela análise dos índices finais – é bastante simples.

Com base nessa metodologia, estipularam-se as seguintes classificações:

- a) municípios com IFDM entre 0 e 0,4 à baixo estágio de desenvolvimento;
- b) municípios com IFDM entre 0,4 e 0,6 à desenvolvimento regular;
- c) municípios com IFDM entre 0,6 e 0,8 à desenvolvimento moderado;
- d) municípios com IFDM entre 0,8 e 1,0 à alto estágio de desenvolvimento.

As principais vantagens do IFDM em comparação com o IDH-m são: (FIRJAN, 2011):

- Enquanto o IFDM é anual, o IDH-m é decenal. Dessa forma, graças ao IFDM, é possível assistir ao filme em vez de ver apenas fotos esparsas a cada dez anos. Assim, o IFDM pode ser considerado uma ferramenta de gestão pública, na medida em que permite o acompanhamento sistemático da realidade dos municípios brasileiros.
- O IFDM permite a comparação relativa e a absoluta entre municípios ao longo do tempo, uma vez que sua metodologia possibilita determinar com precisão se a melhora relativa ocorrida em determinado município decorre da adoção de políticas específicas, ou se o resultado obtido é apenas reflexo da queda dos demais municípios. O IDH-m, por sua vez, permite apenas a comparação relativa, pois as notas de corte são determinadas pela amostra do ano em questão.
- Enquanto o IFDM foi criado para avaliar o desenvolvimento dos municípios, com variáveis que espelham, com maior nitidez, a realidade municipal brasileira, o IDH-m é mera adaptação do IDH, desenvolvido para analisar os mais diferentes países (FIRJAN, 2011).

A Tabela 6.2 apresenta para cada município da área do projeto o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, do ano de 2010, ano-base 2007.

**TABELA - 6.2**  
Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal para os municípios da área do projeto.

Município	IFDM Global	Emprego & Renda	Educação	Saúde	Ranking Nacional	Ranking Estadual
BRASIL	0,7478	0,7520	0,7083	0,7830		
Mediana dos Municípios Brasileiros	0,6182	0,3679	0,6945	0,7712		
Dep. Irapuan Pinheiro	0,5734	0,2447	0,6332	0,8422	3529º	78º
Milhã	0,5919	0,3305	0,7011	0,7440	3232º	53º
Quixeramobim	0,6071	0,3302	0,7039	0,7872	2957º	37º
Senador Pompeu	0,5695	0,3610	0,6022	0,7453	3583º	87º
Solonópole	0,5893	0,2552	0,7120	0,8007	3278º	58º

(Fonte: FIRJAN, 2011)

### Índice de Desenvolvimento Humano

O IDH é um dos principais indicadores empregados pelos organismos internacionais para classificação do estágio de desenvolvimento da sociedade e economia de uma dada região ou País. O IDH serve de comparação para medir o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida oferecida à população. O IDH varia hipoteticamente de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Quanto mais próximo de 1 mais desenvolvido é o país ou região. A classificação internacional considera que:

- de 0 a 0,499: países com IDH baixo, indicativo de subdesenvolvimento;
- de 0,500 a 0,799: países com IDH médio, indicativo de processo de desenvolvimento;
- de 0,800 a 1: países com IDH elevado, considerados desenvolvidos.

O IDH Global do Brasil é de 0,769 (PNUD 2007/2008), a capital do Estado do Ceará, Fortaleza, apresenta um IDH = 0,786, enquanto que Milhã apresenta um IDH de 0,632.

### Indicadores Sociais

O Quadro 4 apresenta um conjunto de indicadores sociais de referência para o município de Milhã.

## QUADRO - 4

Indicadores demográficos e sociais de referência (Fonte: CEARÁ, 2011)

INDICADOR	DATA REFERÊNCIA	MILHÃ	CEARÁ	BRASIL
Indicadores Demográficos				
Densidade demográfica	2004	24.88	50.91	19.92
Grau de urbanização	2004	38.79	71.53	81.25
Indicadores Sociais				
Taxa de analfabetismo (15 anos ou mais)	2000	35.70	26.54	13.63
Cobertura de rede de abastecimento de água (população urbana)	2000	94.00	79.08	88.5
Cobertura de rede de esgotamento sanitário (população urbana)	2000	0.80	43.66	69.52
Cobertura de sistema de coleta de lixo (população urbana)	2000	91.02	81.63	90.5
Indicadores de Mortalidade				
Número de óbitos em menores de 1 ano	2003	4.00	3431	57372
Taxa de mortalidade infantil	2003	18.87	24.49	18.91
Taxa de mortalidade materna	2003	471.70	51.4	50.66
Indicadores de Cobertura Social				
Posto de saúde	2004	8.00	394	11451
Centro de saúde	2004	3.00	1319	24457
Hospitais	2004	0.00	27	1624
Leitos hospitalares	2004	26.00	17185	420503
Leitos obstétricos	2004	2.00	2678	58523
Leitos pediátricos	2004	6.00	3446	64548
Leitos clínicos	2004	0.00	3942	94392
Leitos cirúrgicos	2004	18.00	7118	203003
Leitos por habitante	2004	1.90	2.18	2.34

Economia Municipal

As receitas municipais de Milhã são da ordem de R\$ 13.144.708,00 enquanto as despesas são da ordem de R\$ 11.119.157,00, segundo o IBGE citando como fonte os Registros Administrativos de 2007 da Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda.

O valor do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) de Milhã para 2007 foi de R\$ 6.420.219,51.

O PIB relativo ao ano de 2005 foi de R\$ 35.796.000,00 correspondendo a um PIB per capita de R\$ 2.624,00. A distribuição do PIB na economia municipal é apresentada na Figura 6.7.

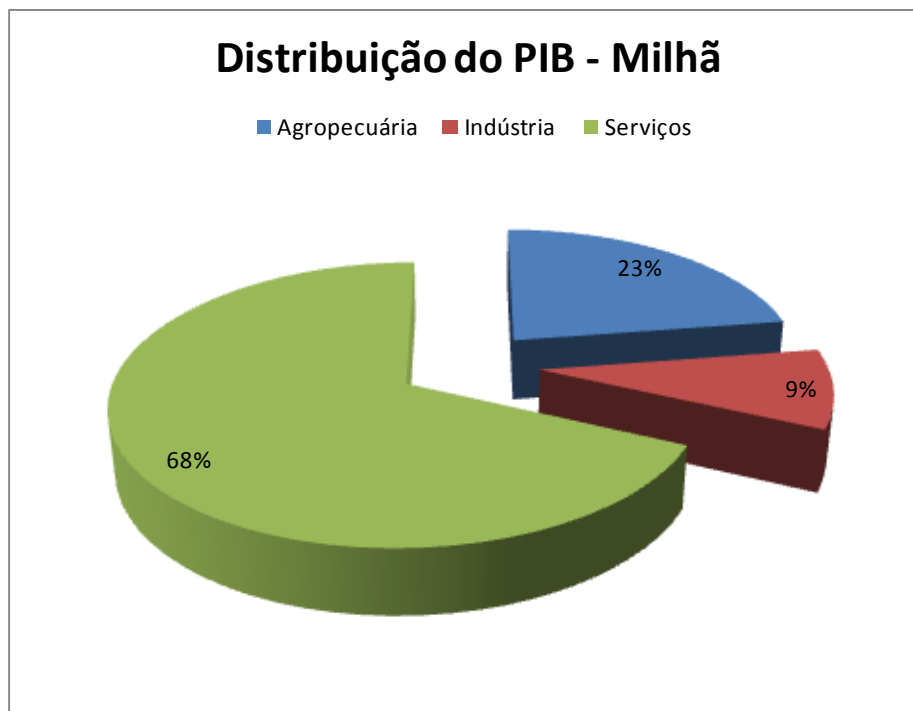


Figura 6.7: Distribuição do PIB do município de Milhã. (Fonte: IBGE, 2009)

#### Produção Municipal

A economia é baseada no setor de serviços conforme mostrado na Figura 6.7 O setor agrícola é fundamentado na produção de algodão arbóreo e herbáceo, banana, arroz, milho e feijão. A pecuária é baseada em bovinos, suínos e aves. As indústrias são poucas mas correspondem a 9% do PIB municipal.

O Quadro 5 apresenta o sumário da produção agrícola municipal; O Quadro 6 apresenta o sumário da produção pecuária e o Quadro 7 o sumário das indústrias de Milhã.

## QUADRO - 5

Sumário da produção agrícola de Milhã (Fonte: IBGE, 2008)

PRODUTO	PRODUÇÃO		ÁREA PLANTADA (ha)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
	UNID.	QUANTIDADE		
<b>Culturas Permanentes</b>				
Banana	ton.	30	5	9000.00
Coco-da-bahia	frutos	6000	1	2000.00
Laranja	ton.	4	1	2000.00
Manga	ton.	10	2	4000.00
<b>Culturas Temporárias</b>				
Algodão herbáceo	ton.	209	370	167000.00
Arroz	ton.	181	270	109000.00
Cana-de-açúcar	ton.	64	2	4000.00
Feijão	ton.	1146	4515	1570000.00
Mamona	ton.	1	30	1000.00
Mandioca	ton.	40	5	6000.00
Milho	ton.	3894	6600	1558000.00
<b>TOTAL</b>			<b>11801</b>	<b>3432000.00</b>

## QUADRO - 6

Sumário da produção pecuária de Milhã (Fonte: IBGE, 2008)

REBANHO	Nº CABEÇAS	
Bovinos	18000	
Eqüinos	1070	
Asininos	1400	
Muare	627	
Suínos	3260	
Caprinos	3220	
Ovinos	16060	
Galos, frangos e pintos	22300	
Galinhas	25500	
Vacas ordenhadas	3945	
PRODUÇÃO	UNID.	QUANTIDADE
Leite de vaca	1000 litros	3538
Ovos de galinha	1000 dúzias	176
Mel de abelha	Kg	1050



## QUADRO – 7

Sumário da produção industrial de Milhã (Fonte: IBGE, 2008)

TIPO	Nº UNIDADES	PESSOAL OCUPADO	PESSOAL ASSALARIADO	SALÁRIOS (R\$)
Industria de Tranformação	15	35	16	94000.00

## 7 ESTRUTURA DO PAM

Conforme a proposta original do autor, a elaboração de um Plano de Águas Municipal deve obedecer a uma sequência de 12 atividades indicadas na Figura 7.1.

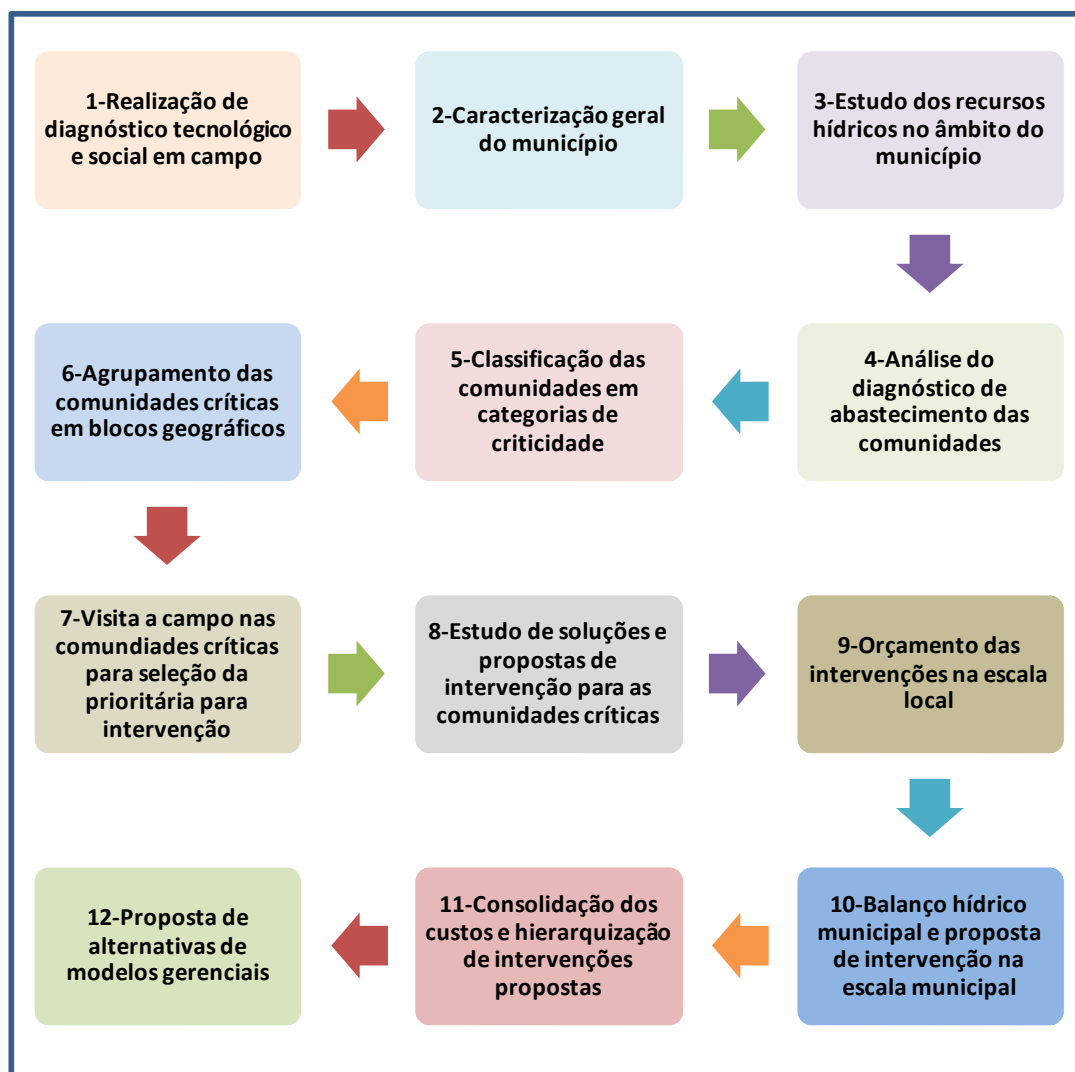


Figura 7.1: Doze passos para elaboração de um PAM.

Descreve-se a seguir, os detalhes concernentes a cada passo de construção do PAM.

### Passo 1: Realização de Diagnóstico Tecnológico e Social de Campo

O diagnóstico de campo é a etapa inicial e a mais importante do PAM, uma vez que o sucesso de todas as demais etapas depende diretamente da acuidade da informação obtida em campo.

Ele se divide em dois componentes distintos, porém concomitantes: o diagnóstico tecnológico e o diagnóstico social.

A pesquisa tecnológica tem por objetivo fazer um completo diagnóstico das soluções de abastecimento de todas as comunidades do município, a partir de um conjunto de 3 casas (sítios), identificando todas as aglomerações rurais e urbanas que apresentem uma denominação própria que seja reconhecida pela população de entorno, mesmo que informalmente.

Deve ser elaborado uma lista de checagem (*check list*) das informações necessárias. A lista de informações sugeridas é apresentada a seguir:

- 1) Identificação da comunidade;
- 2) Levantamento das coordenadas da comunidade em GPS;
- 3) Levantamento do número de famílias da comunidade;
- 4) Identificação e coordenadas da(s) fonte(s) de abastecimento público de água;
- 5) Levantamento das características físicas da(s) fonte(s) de abastecimento:

#### No caso de açude:

- Nome do açude;
- Proprietário ou órgão responsável pela manutenção e/ou construção;
- Localização em GPS;
- Volume aproximado;

- Altura da barragem;
- Altura máxima de acumulação entre o pé de jusante da barragem e a cota do sangradouro (vertedor);
- Fotografia da fonte hídrica.

No caso de poço amazonas:

- Proprietário;
- Localização em GPS;
- Diâmetro do poço;
- Profundidade;
- Tipo de equipamento para captação da água ( sistema manual ou bomba);
- Potência da bomba
- Fotografia da fonte hídrica.

No caso de poço profundo:

- Proprietário;
- Localização em GPS;
- Diâmetro do poço;
- Profundidade;
- Potência da bomba;
- Vazão e altura manométrica da bomba (se estiver disponível);
- Fotografia da fonte hídrica.

Outras fontes:

- Especificar o tipo de fonte;

- Proprietário;
- Localização em GPS;
- Equipamento empregado para captação da água;
- Fotografia da fonte hídrica.

6) Levantamento das características físicas do sistema de adução de água:

- Descrição do sistema de adução de água;
- Coordenadas em GPS do início e fim da adutora;
- Descrição das características físicas da tubulação (diâmetro, material, etc.);
- Localização de reservatórios;

7) Levantamento dos projetos, planos e das propostas de abastecimento da comunidade elaboradas por:

- Prefeitura Municipal;
- Associações de Moradores e similares;
- Organizações não governamentais.

Todas as informações coletadas no diagnóstico tecnológico de campo devem ser implantadas numa base de dados constituída por pelo menos cinco aplicativos computacionais:

- Banco de dados tabular Access® e Excel®, ou similar;
- Sistema de georreferenciamento ArcGIS® ou similar;
- Mapa digital na escala 1:100.000 originário das cartas da SUDENE, em autoCad®;
- Inserção em imagem de satélite digital *on line* Google Earth®.

O tratamento destas informações em banco de dados tabulares e georreferenciado é a base fundamental para elaboração das propostas de intervenções do PAM e influirá em todas as demais etapas.

Por sua vez o diagnóstico social compreende a realização de cinco etapas que podem ser resumidas na sequência mostrada na Figura 7.2.

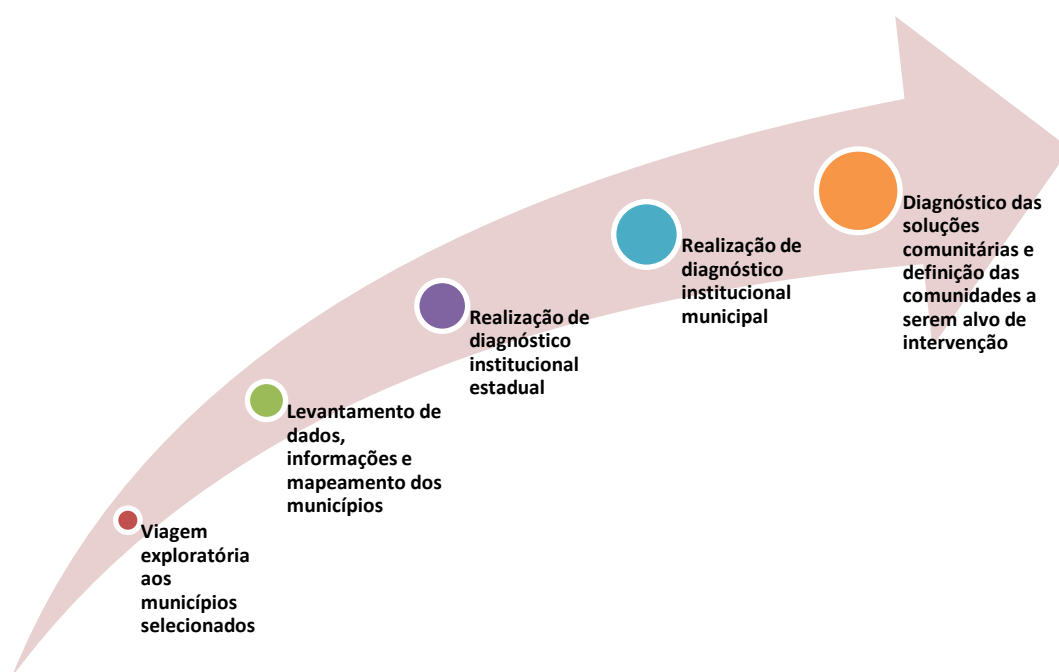


Figura 7.2: Etapas do diagnóstico social. (Adaptada de Daniele Costa, 2010)

A primeira etapa do diagnóstico social compreende uma visita exploratória aos municípios que serão alvo da elaboração de PAM's. Devem-se percorrer preferencialmente as rotas rurais de abastecimento com carros-pipa, nas quais se encontram as comunidades alvo das futuras intervenções com soluções de abastecimento. Esse primeiro reconhecimento de campo é fundamental para as atividades de planejamento do trabalho de pesquisa junto às comunidades.

A segunda etapa consiste no levantamento secundário de dados, informações e mapas dos municípios a serem objeto de PAM's para subsidiar os planejamento e compreender melhor a socioeconomia local.

A terceira etapa corresponde à realização de um diagnóstico institucional no âmbito do Estado, o qual poderá servir para a elaboração de todos os PAM's municipais.

A quarta etapa consiste da realização do diagnóstico institucional ao nível municipal, identificando todos os atores governamentais e sociais que possam influir de alguma forma nas tomadas de decisão afeitas à elaboração dos PAM's.

O quinto passo é o diagnóstico ao nível de comunidade, entrevistando famílias, lideranças locais informais e dirigentes de associações comunitárias, sindicatos de trabalhadores e agentes de saúde com atuação na comunidade. Nesta etapa é essencial se obter o conhecimento do funcionamento das relações sociais e políticas entre os membros e lideranças da comunidade e entender as relações de poder pré-existentes; os conflitos sociais; as segmentações e estratificações comunitárias e suas relações com as comunidades vizinhas.

Uma etapa importante do diagnóstico técnico-social deve ser focada na visão funcional, social e institucional da prestação do serviço de abastecimento visando subsidiar a seleção do futuro modelo gerencial das intervenções propostas, onde caberia uma avaliação do:

- a) Funcionamento e sustentabilidade (operacional e financeira) do serviço no nível local;
- b) Potencial da organização social local;
- c) Potencial da estrutura municipal para o apoio às comunidades na operação, manutenção e sustentabilidade do serviço.

Para tanto é necessário que o diagnóstico ofereça uma visão funcional prévia das diversas possibilidades de prestação dos serviços, levantando informações do tipo sugeridas por Rocha (2011):

- i. Como a comunidade se organiza, suas particularidades sociais e econômicas;
- ii. Como a comunidade realiza o funcionamento do sistema, caso já seja existente, detalhando se:
  - (a) se há um operador escolhido por eles, ou se é contratado pela Prefeitura;
  - (b) se há remuneração do operador e quanto custa;

(c) se existe algum automatismo no funcionamento de bombas ou se o processo é totalmente manual;

(d) se existe um controle mínimo da qualidade da água quando existir um sistema de tratamento coletivo ou se o tratamento da água é ao nível domiciliar individual;

iii. Como a comunidade resolve as situações de pane (queima de bomba, avaria de poços, rompimento de tubulação ou outros) ou mesmo na situação de estiagem crítica e qual é o tempo médio em que o problema permanece até a sua resolução;

iv. Qual é a relação da Prefeitura com a prestação do serviço, em termos de aporte financeiro, apoio técnico ou outro tipo de apoio;

v. Quais são os custos do serviço (operador, energia, produtos químicos, matérias hidráulicos e elétricos), quem custeia o que, indicando:

(a) sendo a comunidade, qual é a forma e o valor médio de arrecadação do custeio, e;

(b) sendo do município, quais são os mecanismos usados;

vi. Qual é o potencial da estrutura municipal para apoio a comunidade, entre os quais:

(a) se existe setor ou pessoa de apoio específico aos serviços rurais;

(b) se existe técnico elétrico / eletromecânico próprio da Prefeitura ou ainda no município (terceiros);

(c) se existe ação da Vigilância sanitária no controle ou apoio em termos da qualidade da água;

(d) outro tipo de apoio e informação que seja relevante.

## Passo 2: Caracterização Geral do Município

Consiste no levantamento de dados de origem secundária sobre o município incluindo:

- Dados populacionais e demográficos;



- Estudos climáticos;
- Estudos fisiográficos;
- Estudos hidrológicos;
- Estudos socioeconômicos;
- Base cartográfica disponível em diversas escalas, preferencialmente nas escalas 1:100.000 (base da SUDENE); 1:25.000 (base do INCRA) e escala 1:10.000, quando existente.

### Passo 3: Estudo dos Recursos Hídricos no Âmbito Municipal

Este estudo visa conhecer qual é a oferta hídrica disponível no âmbito do município, incluindo as reservas superficiais e as reservas subterrâneas. Este estudo deve caracterizar os mananciais que servirão de possível fonte de abastecimento para as comunidades rurais e urbanas contempladas no PAM.

Constitui tarefa essencial nos estudos hidrológicos que o município seja subdividido em sub-bacias hidrográficas, levando em conta pequenos riachos considerados a partir da 3ª ordem conforme a classificação de Horton-Strahler, segundo a definição seguinte: Ordem 1, são as correntes formadoras ou primeiros canais sem nenhum tributário; Ordem 2, quando se unem dois canais de Ordem 1; Ordem 3, quando se unem dois canais de Ordem 2; Ordem 4, quando se unem dois canais de Ordem 3; etc.

A divisão do território municipal em sub-bacias hidrográficas tem as seguintes finalidades:

- Definir os recortes hidrológicos da distribuição dos mananciais no território municipal, procurando identificar as sub-bacias que apresentam “vazios hídricos”;
- Descrever a rede potamográfica inserindo a sequência de reservatórios superficiais (açudes) de montante para jusante, visando auxiliar aos estudos de impactos quantitativos decorrentes da possível construção de novos reservatórios e dos impactos negativos na qualidade da água devido a possíveis fontes poluidoras a montante de cada reservatório;
- Determinar as bacias hidrográficas estaduais em que se inserem as sub-bacias hidrográficas do território municipal;
- Permitir a avaliação da potencialidade dos deflúvios por sub-bacia municipal;

O detalhamento do recorte hidrológico das sub-bacias municipais dentro das bacias estaduais é importante em função do aspecto relacionado à gestão das águas das sub-bacias que poderão ficar sob a jurisdição de diferentes Comitês Estaduais de Bacia e diferentes Gerências Regionais da COGERH. Apesar de a base legal e institucional da gestão ser a mesma para qualquer bacia estadual, os atores sociais presentes nos comitês de bacia podem adotar posturas deliberativas divergentes, principalmente quanto à discussão sobre incremento de oferta hídrica e transposição de águas de uma bacia para outra.

As reservas hídricas superficiais devem ser avaliadas determinando-se, mesmo que estimativamente, a capacidade de regularização de cada reservatório com capacidade de acumulação próxima ou acima de 1 hm<sup>3</sup> para níveis de garantia de 90%, 95% e 99%. Para determinação da capacidade de regularização de reservatórios no semiárido com 90% de garantia pode ser empregado o Método do Diagrama Triangular de Regularização – DTR (CAMPOS, 2005) que pela sua simplicidade e facilidade de aplicação se mostra como um dos mais viáveis ao nível

de planejamento. Para garantias maiores recomenda-se o emprego de programas computacionais como o SIMRES (CAMPOS, 2000).

As reservas subterrâneas devem ser também avaliadas recomendando-se a consulta ao acervo de poços do município cadastrados no sistema SIAGAS (CPRM ,2011).

Recomenda-se ainda uma consulta aos Planos Diretores de Bacia e Planos de Gerenciamento de Bacia, além do PLANERH, disponíveis nos sítios da COGERH e SRH-Ce.

Os mananciais devem ser hierarquizados quanto à capacidade de regularização de vazão e informações disponíveis sobre a qualidade da água, principalmente os poços perfurados no cristalino e açudes construídos em solos do tipo solonezt solodizados ou similar. A superposição da camada (*layer*) dos mananciais sobre um mapa de solos georreferenciado ajudará bastante numa inferência preliminar sobre a qualidade (salinidade) de determinado manancial superficial. Os poços subterrâneos perfurados no cristalino geralmente possuem informações quanto à condutividade elétrica medida pelo construtor. Quando não houver tal informação, recomenda-se a medição da condutividade elétrica em campo por meio de condutímetro.

Todas as informações hidrológicas disponíveis devem ser inseridas na base de dados georreferenciada permitindo a localização facilitada da fonte hídrica mais próxima das comunidades rurais que possivelmente virá a atender com suprimento hídrico.

#### Passo 4: Análise do Diagnóstico de Abastecimento das Comunidades

Corresponde à realização de uma análise detalhada das soluções atuais de abastecimento empregadas em cada comunidade, à luz dos dados do diagnóstico de campo.

Devem ser hierarquizadas as fontes primárias, secundárias e terciárias de abastecimento, identificando a matriz de soluções utilizadas pela comunidade para seu suprimento hídrico.

#### Passo 5: Classificação das Comunidades em Categorias de Criticidade

Com base no passo 3, classificam-se as comunidades em quatro categorias, a saber:

-*Situação Crítica*: São aquelas comunidades que não disponham de uma fonte segura de abastecimento hídrico primária e são caracterizadas pela dependência total de cisternas e abastecimento com carro pipa no segundo semestre para suprimento às famílias;

-*Situação deficitária*: São aquelas comunidades que possuem alguma fonte hídrica de abastecimento primário e/ou sistema precário de abastecimento d'água com funcionamento deficiente requerendo melhorias, quer seja na fonte primária de abastecimento, quer seja no sistema implantado;

-*Situação Satisfatória*: São aquelas comunidades que apresentam sistema de abastecimento público ou privado d'água suportado por manancial primário seguro ostentando água o ano inteiro de qualidade satisfatória;

-*Situação Boa*: São aquelas comunidades ou zonas urbanas que possuem sistema público de abastecimento em boas condições operacionais correspondendo normalmente aos centros urbanos das sedes municipais ou distritos de maior envergadura.

#### Passo 6: Agrupamento das Comunidades Críticas em Blocos Geográficos

A prioridade de solução do problema de abastecimento deve ser dado àquelas comunidades classificadas na categoria crítica segundo o conceito indicado no passo 5.

Elas devem ser mapeadas em sistemas georreferenciado e agrupadas, tanto quanto possível, por blocos geográficos de comunidades adjacentes.

O emprego de sistema georreferenciado permitirá identificar as fontes hídricas mais próximas dos grupos de comunidades e a elaboração de uma avaliação preliminar sobre a possibilidade de integração de sistemas de abastecimento coletivos tomando partido de uma possível economia de escala visando, sobretudo, minimizar o custo de operação e manutenção do sistema.

#### Passo 7: Visita a Campo nas Comunidades Críticas para Seleção da Prioritária para Intervenção

Considerando que a universalização do abastecimento d'água de todas as comunidades rurais de todos os municípios inseridos no semiárido cearense implicará num valor de investimento equivalente a centenas de milhões de dólares, um faseamento da implantação dos sistemas de abastecimento é praticamente inevitável.

Assim, torna-se necessário desde a concepção da planificação a ser desenvolvida no âmbito do PAM, que seja feita uma hierarquização de comunidades a serem prioritariamente atendidas com a implantação de sistemas sustentáveis de abastecimento.

A seleção das comunidades prioritárias para intervenção deve começar com uma visita a campo da equipe técnica e social responsável pela elaboração do PAM em todas as comunidades classificadas como críticas.

Durante a visita devem ser levantadas informações complementares ao diagnóstico de campo junto aos moradores e lideranças locais sobre as possíveis soluções e as propostas pensadas e sugeridas pela própria comunidade. Os aspectos sociais e políticos locais relacionados com a rede de poder e o acesso à água devem ser amplamente e cautelosamente investigados.

Deve-se buscar obter percepções subliminares sobre a viabilidade do compartilhamento de fontes hídricas com comunidades vizinhas; histórico de conflitos pré-existentes; identificação dos principais atores sociais; e demais informações que possam servir de base para uma completa caracterização da dinâmica social local e regional.

#### Passo 8: Estudo de Soluções e Propostas de Intervenção para as Comunidades Críticas

Corresponde aos estudos técnicos de engenharia sobre as alternativas para solução do problema do abastecimento das comunidades críticas, quer seja agrupadas em bloco, quer seja em sistemas individualizados por comunidade isolada.

Obviamente deve ser dada preferência às soluções coletivas que impliquem numa economia de escala de investimento e, sobretudo, de operação e manutenção. Entretanto, caso as soluções coletivas não se mostrem viáveis, deve-se recomendar minimamente a construção de soluções individuais por família, tal como as cisternas.

Especial atenção deve ser dada com relação aos custos de energia e tratamento da água a ser fornecida à população, os quais são os que mais impactam a planilha de custos operacionais dos sistemas coletivos.

Qualquer que seja o tipo de opção tecnológica a ser adotada deve ter seu custo de operação e manutenção avaliado por uma estimativa mais próxima possível da realidade com base nos elementos disponíveis.

Com base nas duas pesquisas de campo, a primeira conduzida pelo GGRC em 154 comunidades de três municípios do sertão central do Ceará e, a segunda, nas 325 comunidades distribuídas em trinta e três municípios das onze bacias hidrográficas do Estado, de acordo com os estudo CARCP da SDA (CEARÁ, 2010), é absolutamente correto afirmar que deve ser descartada qualquer solução tecnológica que acarrete em custos de operação e manutenção, cujo rateio pelas famílias, implique numa tarifa individual superior a R\$ 10,00/mês, para um consumo base de 10.000 L/família.

As pesquisas indicaram que esta tarifa de R\$ 10,00/mês corresponde ao limite da disposição a pagar pela água fornecida para as famílias da zona rural do Ceará. É possível que a população de alguma comunidade em particular admita pagar valor superior a este valor para consumo de água, mas seria uma exceção rara da regra.

No caso de soluções individuais do tipo cisterna, é conveniente fazer um dimensionamento adequado para cada caso. A adoção simplesmente de cisternas de placas do tipo padronizado pelo MDS de 16 m<sup>3</sup> pode não solucionar o problema do abastecimento das famílias (SILVA et al, 2009).

As alternativas de abastecimento devem ser estudadas e hierarquizadas comparando-se somente os custos das obras não comuns entre as alternativas.

A seleção da alternativa vencedora deve considerar critérios econômicos de relação custo/benefício e, sobretudo, do menor custo de O&M, porém este processo não deve ser decidido apenas pelos técnicos. É imperativo e essencial que a alternativa vencedora seja discutida num ambiente de informação plena e de transparência com a comunidade, e a decisão final cabe à mesma.

É comum os técnicos tentarem influenciar a seleção daquela alternativa que julgam ser a mais apropriada do ponto de vista técnico, mas este procedimento deve ser evitado de qualquer forma.

### Passo 9: Orçamento das Intervenções na Escala Local

Corresponde à elaboração do orçamento das soluções de abastecimento das comunidades ao nível local. O orçamento ao nível do PAM deve ser calculado com base no pré-dimensionamento das obras e equipamentos calculados ao nível de estudo de anteprojecto ou viabilidade.

O PAM não tem a função de apresentar detalhamento ao nível de Projeto Básico para licitação de obras. Esta função de elaborar o Projeto Básico corresponde a uma etapa posterior pós-PAM que deverá ser conduzido pela autoridade pública responsável pelo programa de universalização do abastecimento e/ou pela própria associação comunitária, com financiamento do Governo, tal como hoje ocorre no Projeto São José da SDA.

### Passo 10: Balanço Hídrico Municipal e Proposta de Intervenção na Escala Municipal

Apesar do PAM ter o foco centrado no abastecimento de pequenas comunidades rurais entre 3 e 50 famílias deve ser feito um estudo de balanço hídrico global na esfera do município considerando o abastecimento da sede municipal e de distritos e comunidades maiores, uma vez que a ideia é prover um Plano de Águas adequado a todo o município.

Dessa forma, faz-se necessário também ter um diagnóstico da situação de abastecimento da sede municipal e dos distritos para propor melhorias concernentes principalmente ao incremento de oferta hídrica.

O PAM não deve propor soluções de abastecimento d'água para a sede e distritos municipais, mas deve avaliar a necessidade de intervenções que visem a garantir a oferta hídrica em quantidade e qualidade para toda a população do município, daí, a execução de um balanço hídrico entre a oferta disponível e a demanda de abastecimento da população é uma atividade inerente ao PAM.

Caso haja possibilidade de propor intervenções na escala municipal destinadas ao incremento da oferta hídrica que não esteja contemplada no Plano Diretor da bacia hidrográfica em questão, o PAM pode incorporar a proposta que deve ser levada ao debate com o respectivo Comitê de Bacia pelos órgãos de

gestão. Entretanto, o papel do PAM deve ser apenas o de sinalizador da proposição, mas não deve colocar tais propostas como atividade fim do plano.

### Passo 11: Consolidação dos Custos e Hierarquização de Intervenções Propostas

Este passo consolida os custos de todas as intervenções propostas pelo PAM, tanto ao nível local de comunidade quanto ao nível de possibilidade de incremento de oferta hídrica, e define a hierarquia de implantação das intervenções propostas, priorizando as comunidades críticas e as soluções coletivas que apresentem economia de escala e beneficiem o maior número de famílias possível.

A hierarquização é uma tarefa técnica, porém, seu resultado deve ser informado de forma transparente e debatido com a sociedade local visando corrigir distorções introduzidas pelo desconhecimento das nuances locais.

Assim, recomenda-se que após a elaboração do processo técnico de consolidação dos custos, a hierarquização das intervenções seja discutida num fórum municipal contando com a participação das comunidades interessadas, da sociedade civil e do poder público, para o qual sejam convidados os Comitês de Bacia hidrográfica onde se insere o município.

### Passo 12: Proposta de Alternativas de Modelos Gerenciais

Constitui no último passo e, talvez, o mais importante do PAM, pois representa o cerne da sustentabilidade das proposições, tal como foi amplamente discutido na sua fundamentação teórica no capítulo 5 (Item 5.2.2.2).

A definição do modelo gerencial vai depender de fatores afeitos à organização social das comunidades e da organização institucional e política dos municípios.

A proposição de um modelo polimorfo e policêntrico de gestão (SOUZA FILHO & ENÉAS DA SILVA, 2010; FALK, BOCK & KIRK, 2009; OSTROM, 2005, 2009) que seja adaptado à realidade local constitui em fator essencial para garantir a sustentabilidade de longo prazo dos sistemas implantados.

O desenho do modelo de gerenciamento a ser adotado deve ser composto com base na seguinte matriz de condições indicadas no Quadro 8, o qual deve ser completado e analisado para cada sistema a ser implantado.



Compõe a matriz o conjunto de colunas: o tipo de modelo de gerenciamento; os condicionantes primários necessários; os fatores de decisão; as vantagens; as desvantagens; as dificuldades e as potencialidades.

Os tipos de modelos de gerenciamento conforme são apresentados no Quadro 8, podem ser, por exemplo:

- Autogestionário (a própria comunidade administra o sistema);
- Municipal por administração direta;
- Municipal por Serviço Autônomo de Água e Esgoto;
- Municipal por concessão a iniciativa privada;
- Estadual por companhia de saneamento;
- Estadual por Sisar;
- Estadual por autarquia especificamente criada para gerir o saneamento rural;
- Administração híbrida pela comunidade com suporte técnico municipal;
- Administração híbrida do Sisar com suporte financeiro complementar do município.

Exemplificando os elementos da matriz para o modelo Autogestionário podemos citar:

- Condicionantes primários:
  - o elevado capital social da comunidade;
  - o sistema ter tecnologia adequada aos padrões aceitos pela comunidade;
  - a existência de fonte hídrica segura;

## QUADRO – 8

## Matriz de Condições e Análise para o Modelo de Gerenciamento

<b>Tipo de Modelo de Gerenciamento</b>	<b>Condicionantes primários</b>	<b>Fatores de Decisão</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Dificuldades</b>	<b>Potencialidades</b>
Autogestionário						
Municipal por administração direta						
Municipal por SAAE						
Municipal por Concessão Privada						
Estadual por Companhia de Saneamento						
Estadual por Sisar						
Estadual por Autarquia						
Híbrido Municipal e Comunitário						
Híbrido Municipal e Sisar						
Outro						

- Fatores de decisão para o sistema Autogestionário:
  - Bom nível de organização associativa;
  - Elevado grau de participação popular nas tomadas de decisões sobre a implantação do sistema;
    - Presença na comunidade de pessoal apto para receber capacitação e treinamento para operar o sistema e que tenha disponibilidade para exercer essa função;
    - As famílias tenham capacidade de pagamento pelos serviços de fornecimento de água;
    - Haja uma disposição a pagar a tarifa de água que minimize a inadimplência;
    - Controle social adequado da administração do sistema;
    - Presença de lideranças substitutas na comunidade capazes de suceder os dirigentes atuais e dar continuidade à operação do sistema sem queda na qualidade;
    - etc.
  - As vantagens da autogestão podem ser, por exemplo:
    - Independência quanto ao poder público para operação e manutenção do sistema;
    - Longevidade do sistema implantado.
  - As desvantagens podem ser, por exemplo:
    - Suscetibilidade da organização comunitária à sucessão de dirigentes e conflitos de lideranças;
      - Recursos escassos para expansão da oferta a novos usuários;
    - Exemplos de dificuldades:
      - Conflitos políticos com os gestores públicos municipais;
      - Dificuldade para acesso à fonte hídrica de boa qualidade
    - Potencialidades:
      - Existência de fonte hídrica garantida próxima à comunidade;
      - Conformação topográfica e geológica favorável à implantação das obras com baixo custo de investimento e O&M;
      - Existência de lideranças experientes e comprometidas com o processo.

A construção de um modelo de gestão sustentável adaptado às diferentes realidades observadas nas comunidades em campo deve observar os princípios de sustentabilidade aqui descritos no capítulo 5 (Item 5.2.2.2) e tentar alcançar a máxima eficiência social e econômica no gerenciamento dos sistemas.

Uma das prerrogativas para se alcançar a sustentabilidade de longo prazo no gerenciamento dos sistemas de abastecimento rural visando garantir a universalização do acesso à água para toda a população é não se deixar levar por preconceitos políticos discriminatórios, ideológicos ou partidários, considerando o universo da população do município como seu alvo de atingimento. Esta seria a condição *sine qua non* para obtenção do sucesso desejado.

## **8 A EXPERIÊNCIA DO PAM DE MILHÃ**

### **8.1 Considerações Gerais**

O PAM de Milhã correspondeu a um projeto piloto que foi produto da ideia original oriunda da pesquisa que vinha sendo desenvolvida desde o ano de 2009 pelo GGRC/UFC/CWC no sertão central do Estado do Ceará, investigando as condições que poderiam permitir a universalização e a sustentabilidade hídrica do abastecimento humano para pequenas comunidades rurais no semiárido cearense.

O PAM visou prover o município de Milhã com um instrumento de planejamento de ações para a busca desta universalização do abastecimento de água potável à população das comunidades rurais de seu território, de acordo com os preceitos previstos no Artigo 2º da Lei Federal Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, a Lei do Saneamento Básico, que propôs as Diretrizes Nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico.

A elaboração do PAM representou para Milhã a colocação da meta de universalização do abastecimento rural na agenda prioritária do município, tal foi o grau de aceitação do plano pelos gestores municipais. A Figura 8.1 apresenta a capa do primeiro Plano de Águas Municipal e a Figura 8.2 uma fotografia do evento de lançamento deste na cidade de Milhã.

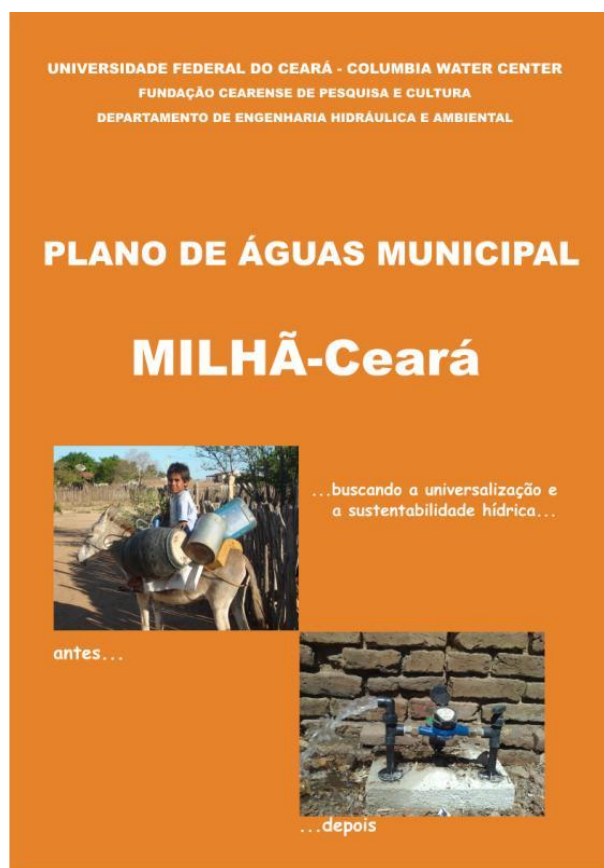


Figura 8.1: Capa do PAM de Milhã. 2010.



Figura 8.2: Fotografia do evento de lançamento do PAM (Milhã, 18/11/2010)

As etapas empregadas para elaboração do PAM de Milhã corresponderam aos mesmos doze passos indicados na Figura 7.1. Há pouca

diferença metodológica entre a descrição dos passos indicados no capítulo 7 e as ações executadas e indicadas no PAM de Milhã. As diferenças mais significativas dizem respeito ao detalhamento do modelo de gestão adaptável para as comunidades alvo de intervenção, os quais não foram propostos no PAM de Milhã.

## 8.2 Diagnóstico das Comunidades

O PAM de Milhã apresentou um detalhado diagnóstico das soluções de abastecimento de cada comunidade. A Figura 8.3 apresenta um mapa geral das comunidades levantadas em Milhã.

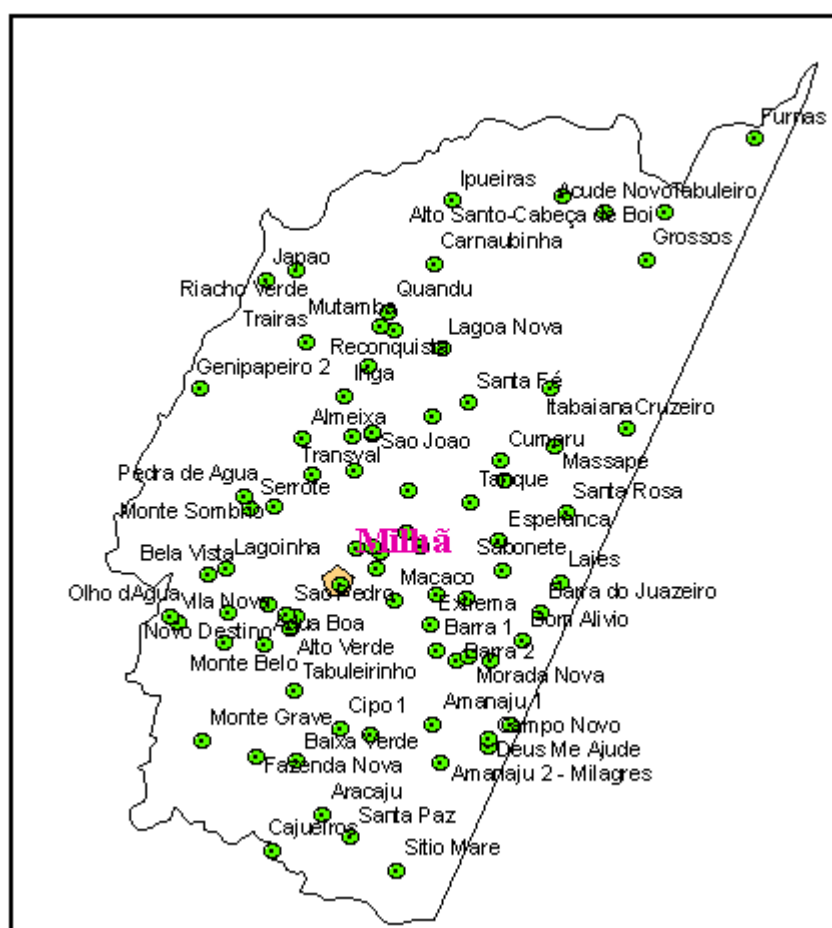


Figura 8.3: Mapa das comunidades de Milhã. 2010.

Na pesquisa de campo foram diagnosticadas em Milhã 84 comunidades rurais e urbanas incluindo a sede municipal e os distritos maiores, tendo sido levantado um universo de 3.324 famílias no município.

Considerando que a população total do município segundo dados do IBGE 2011 é de 13.078 pessoas, isso implica numa taxa de 3,93 pessoas/casa ou família, que pode ser considerada baixa para os padrões nordestinos de outrora.

No entanto, se observa realmente uma tendência de emigração da população jovem em busca de trabalho e estudos em centros urbanos mais avançados de acordo com as entrevistas com os moradores, sobretudo, na zona rural.

### 8.2.1 *Análise do Diagnóstico de Milhã*

A Figura 8.4 resume os principais aspectos do diagnóstico global obtidos pela pesquisa de campo por ocasião da elaboração do PAM de Milhã.



Figura 8.4: Ensinamentos da pesquisa de campo nas comunidades rurais de Milhã.



O primeiro aspecto destacado na Figura 8.4 foi com relação à questão do acesso à água versus a propriedade da terra. A grande maioria dos pequenos açudes do município que, embora pequenos, possuem uma capacidade de regularização mínima para atender ao consumo de até 50 famílias, ou seja, até 0,35 l/s de vazão regularizada (considerando um consumo per capita de 120 l/hab/dia), são controlados por proprietários de terra que facilitam ou impedem o acesso à água.

Normalmente estes pequenos reservatórios tem a função de produção econômica para dessedentação animal ou irrigação de culturas de pequena escala ou de subsistência familiar. O problema é mais grave em Milhã devido ao fato de o município ser considerado a segunda maior bacia de gado leiteiro do estado, segundo comentários de moradores e da própria Prefeitura Municipal de Milhã, a qual apostou placa na entrada da cidade com os dizeres: “ Bem vindo a Milhã, terra do leite”.

A presença de gado para dessedentação nos pequenos açudes compromete sua qualidade para abastecimento humano, requerendo tratamento convencional que encarece os custos de operação e manutenção do sistema de abastecimento que venha a ser implantado.

O acesso à água para as comunidades depende da relação política delas com o dono da terra. Não há reconhecimento, seja por parte dos proprietários, seja por parte da própria população necessitada da água, do direito constitucional à água para beber. A quebra desta relação de posse não é possível sem a intervenção do poder público para fazer cumprir as normas legais existentes.

Além disso, foi observada uma apropriação indevida de mananciais construídos com recursos públicos por parte dos mais abastados com base na tradição política local de origem secular. Somente por meio do empoderamento legal as comunidades poderiam acessar certos mananciais privatizados pelos controladores da rede de poder local.

O segundo aspecto é que não havia uma solução única de abastecimento para todos os usos da água para as comunidades rurais difusas. A tendência era de haver sempre uma dependência de múltiplas fontes de abastecimento diversificadas pela natureza do uso.

O terceiro aspecto é com relação ao capital social das comunidades e suas estratégias de ação. Quase todas as comunidades que solucionaram seus problemas de abastecimento e que estão classificadas nas categorias entre deficitária e em boa situação, possuem um razoável nível de associativismo militante.

Quanto maior fosse a conexão dos membros da comunidade com instituições da sociedade civil, tais como os sindicatos de trabalhadores rurais, segmentos ativistas sociais da igreja e outras organizações não governamentais, maior era o grau de propensão à solução definitiva do problema do abastecimento. Isto pôde ser observado mesmo nas comunidades em situação crítica que possuíam cisternas de placas oriundas dos programas Dom Helder Câmara e P1MC.

O quarto aspecto é relativo à heterogeneidade de soluções tecnológicas privilegiando o baixo custo de operação e manutenção, porém com pouca sustentabilidade. A ignorância técnica no dimensionamento dos pequenos sistemas privados de abastecimento tem sido um dos fatores que mais comprometem a sustentabilidade de acordo com a análise efetuada.

Por exemplo, é possível que haja um padrão induzido por comerciantes de bombas que atendem aos usuários locais de que a bomba ideal para qualquer situação é a bomba de 3 CV de potência, que aparece na grande maioria das fichas de campo (*check list*) do diagnóstico tecnológico.

No projeto de abastecimento de Ingá, implantado como parte da pesquisa pelo GGRC em Milhã, para uma altura manométrica de 30 m e uma vazão para abastecer 13 famílias a potência da bomba necessária foi de apenas  $\frac{1}{2}$  CV. Levando em conta a proporcionalidade direta do custo de energia em relação à potência do conjunto moto-bomba, se pode constatar ser esta uma das razões pela não sustentabilidade dos pequenos sistemas comunitários implantados sem um projeto técnico eficiente.

O quinto aspecto é a dicotomia entre a construção de cisternas e a contínua dependência do carro pipa. A principal alegação dos defensores dos programas de implantação de cisternas de placas é a garantia do abastecimento das comunidades rurais difusas do semiárido com água de chuva de boa qualidade sem depender mais do abastecimento com carro pipa.

O que se pôde constatar na pesquisa do diagnóstico é que o programa de cisternas não tem resolvido essa dependência em quase nenhuma das localidades diagnosticadas como crítica. Há equívocos conceituais no modelo de implantação do programa, principalmente no que diz respeito aos critérios de espacialização do programa nas comunidades sem atender à universalidade das casas e dos critérios de seleção e elegibilidade dos beneficiários que reduzem a garantia de sua sustentabilidade e causam a dependência continuada do abastecimento com carro pipa, mesmo para anos considerados de “bom inverno” pelos agricultores.

Por último, há de se considerar as vicissitudes ou alternâncias do campo político que modificam as relações de dependência, assistencialismo e clientelismo ainda reinantes e arraigadas na cultura política local. Há um perceptível direcionamento dos recursos de programas governamentais de origem federal ou estadual para comunidades alinhadas aos detentores momentâneos do poder político. Comunidades outrora assistidas por adversários políticos tendem a ser relegadas ao segundo ou terceiro plano pelo poder hegemônico de momento, causando a insustentabilidade ou mesmo a inviabilidade de sistemas implantados pelo abandono destes.

### 8.2.2 Recursos Hídricos Municipais em Milhã

No PAM de Milhã os recursos hídricos municipais foram enquadrados dentro de sub-bacias municipais conforme indicado no Passo 3 da Figura 7.1.

O município pode ser subdividido em 05 sub-bacias hidrográficas que se inserem nas bacias hidrográficas estaduais dos rios Banabuiú e Médio Jaguaribe do Estado do Ceará. As sub-bacias hidrográficas de Milhã nascem nos divisores topográficos que conformam a geometria territorial do município que o limitam ao norte com o município de Quixeramobim, ao leste com Senador Pompeu e ao sul com Deputado Irapuan Pinheiro. Os exutórios das sub-bacias foram definidos dentro dos limites municipais, caracterizando-as como “*bacias municipais*”. São as seguintes:

- Sub-bacia do **Riacho do Valentim**, afluente ao açude Quixeramobim, na bacia do Banabuiú;
- Sub-bacia do **Riacho Cabeça-de-boi**, afluente ao Riacho Valentim, já no limite do município, integrando assim também à bacia do Banabuiú;
- Sub-bacia do **Riacho Capitão Mor**, afluente ao açude Riacho do Sangue, integrante da bacia do Médio Jaguaribe;
- Sub-bacia do **Riacho da Maré**, afluente do Riacho Jenipapeiro que também aflui ao açude Riacho do Sangue, na bacia do Médio Jaguaribe;
- Sub-bacia do **Riacho Lagoinha**, afluente ao Riacho Cachoeirinha, daí ao Capitão Mor e açude Riacho do Sangue, integrando também a bacia do Médio Jaguaribe.

O Quadro 9 apresenta as características gerais das sub-bacias hidrográficas de Milhã, enquanto a Figura 8.5 apresenta a localização das mesmas no mapa do município.

QUADRO - 9

## Resumo das Sub-Bacias do Município de Milhã

SUB-BACIA	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (Km)	% DA ÁREA DO MUNICÍPIO	BACIA ESTADUAL
Valentim	149,55	65,84	29,7	Banabuiú
Cabeça-de-boi	69,11	39,00	13,7	Banabuiú
Capitão Mor	189,97	65,29	37,8	Médio Jaguaribe
Maré	22,65	20,56	4,5	Médio Jaguaribe
<u>Lagoinha</u>	<u>10,15</u>	<u>15,88</u>	<u>2,0</u>	<u>Médio Jaguaribe</u>
TOTAL	441,43		87,92	

(Fonte: SOUZA FILHO e ENÉAS DA SILVA, 2010)

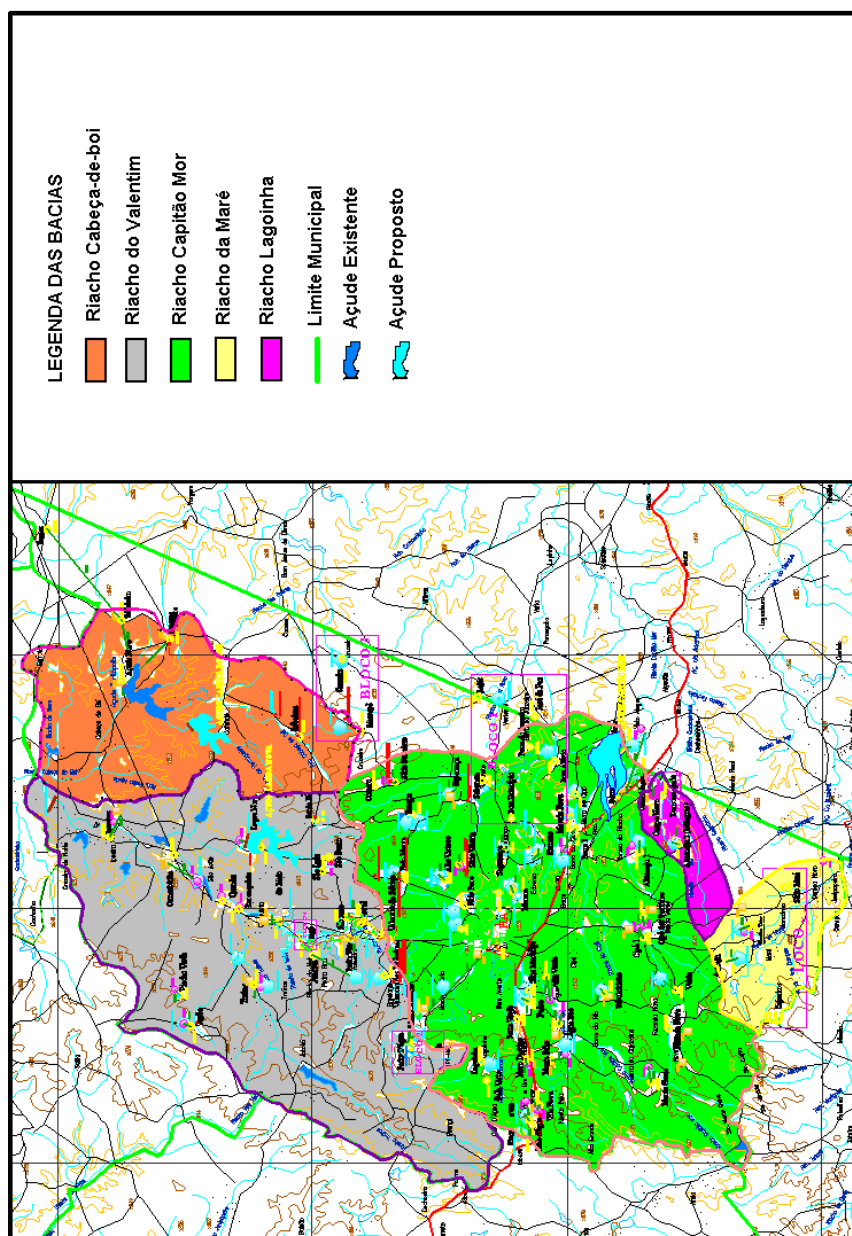


Figura 8.5: Mapa das sub-bacias de Milhã.

(Fonte: SOUZA FILHO e ENÉAS DA SILVA, 2010)

A área do município não incluída nestas cinco sub-bacias representam apenas 60,61 km<sup>2</sup>, ou seja, 12% da área do município, e correspondem a nascentes de riachos localizados na parte oeste do município na fronteira em linha reta com o município de Solonópole. Todos estes riachos são afluentes ao açude Riacho do Sangue e, portanto, se incluem na bacia do Médio Jaguaribe.

O estudo de regularização dos açudes foi feito com base no Método do Diagrama Triangular de Regularização – DTR (CAMPOS, 2005). O método do DTR se mostrou o mais factível de ser empregado para avaliação da capacidade de regularização dos pequenos reservatórios em função da sua simplicidade de emprego e facilidade de obtenção dos dados necessários.

A maior dificuldade para obtenção de dados foi normalmente concernente à quase generalizada inexistência de curva cota x área x volume (CAV) dos reservatórios. No entanto suplantou-se essa dificuldade com o emprego de uma metodologia simplificada de elaboração de CAV's desenvolvida pela Gerência de Outorga da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH, 2002) que necessita apenas dos dados relativos à altura útil máxima do lago da barragem e a área superficial do açude.

O método de estimativa de CAV foi desenvolvido com base nos dados de batimetria realizada em 61 açudes monitorados pela companhia que resultou na interpolação de uma equação de regressão elaborada pelo engenheiro Paulo Miranda.

A área de espelho d'água foi obtida a partir dos dados disponíveis na FUNCEME sobre os espelhos d'água cearenses em sistema georreferenciado. Com a área do espelho d'água do reservatório de interesse e com a informação da altura útil máxima do reservatório obtida no diagnóstico de campo, entrou-se numa planilha com um modelo matemático que estima as áreas para as alturas menores, gerando-se então a CAV estimada para os açudes.

A forma da equação de regressão é do tipo:

$$A = A_{\max} e^{\left[ \frac{1}{k} (kx^3 + bx^2 + cx + d) - 1 \right]} \quad Eq.8-1.$$

Onde:

$A$  = área do espelho d'água para uma determinada altura (cota);

$A_{max}$  = área máxima do espelho d'água medida em campo ou estimada pela imagem de satélite;

$e$  = base do logaritmos neperianos;

$x$  = relação entre as diferentes alturas e a altura máxima (adimensional de altura);

$a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  são coeficientes de regressão definidos pelo Método dos Mínimos Quadrados em função de 222 classes de reservatórios estimados no Estado do Ceará, os quais são definidos em uma planilha de cálculo em Excel.

Uma vez definida a equação de regressão, obteve-se automaticamente a curva Cota  $\times$  Área  $\times$  Volume do reservatório desejado a partir de uma distribuição de área e alturas em função da aplicação do clássico modelo:

$$\Delta V = \Delta h \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \quad Eq-8.2$$

O método foi empregado com sucesso em dezenas de pequenos reservatórios do Ceará e Piauí confirmado por comparação entre batimetrias reais em campo que geraram a CAV verdadeira com os valores de CAV obtidos pelo emprego do método. A determinação em campo da profundidade máxima de cada barragem candidata a servir de manancial hídrico para abastecimento das comunidades rurais estava recomendada no *check list* da etapa de pesquisa tecnológica de campo.

A metodologia de emprego do DTR (CAMPOS, op.cit.) está amplamente difundida na comunidade de recursos hídricos e pode ser consultada na referência indicada.

A avaliação global da potencialidade dos recursos hídricos subterrâneos pôde ser obtida em função de pesquisa secundária junto à CPRM e aos planos de recursos hídricos da bacia. No entanto, os dados primários obtidos no diagnóstico de campo foi que serviram de base para definir as fontes alternativas de mananciais subterrâneos para atendimento às comunidades, uma vez que as informações sobre a vazão e a qualidade da água do poço em questão, via de regra, só estavam

disponíveis junto à entidade que perfurou o poço ou junto aos proprietários das terras onde ele foi construído. O Quadro 10 apresenta o sumário das capacidades de regularização dos principais açudes do município de Milhã, determinadas pelo PAM.

QUADRO - 10

Sumário da oferta hídrica superficial em Milhã.

BACIA	AÇUDE	CAPACIDADE (m³)	VAZÃO REGULARIZADA (l/s)		
			99%	95%	90%
Valentim	Jatobá	1.070.000	4,75	7,92	10,21
Valentim	Riacho do Meio	986.484	2,53	5,20	6,97
Capitão Mor	Monte Sombrio	1.028.448	0,09	0,82	1,31
Capitão Mor	Lagoinha	1.966.396	0,82	1,83	2,50
Cabeça-de-Boi	Berilópolis	2.411.461	12,68	18,23	21,97
TOTAL		7.462.789	20,87	34,00	42,96

(Fonte: SOUZA FILHO e ENÉAS DA SILVA, 2010)

### 8.2.3 Classificação das Comunidades em Categorias de Criticidade

A Figura 8.6 apresenta a classificação geral das 84 comunidades de Milhã, quanto à categoria de criticidade indicada no Passo 5 do capítulo 7.

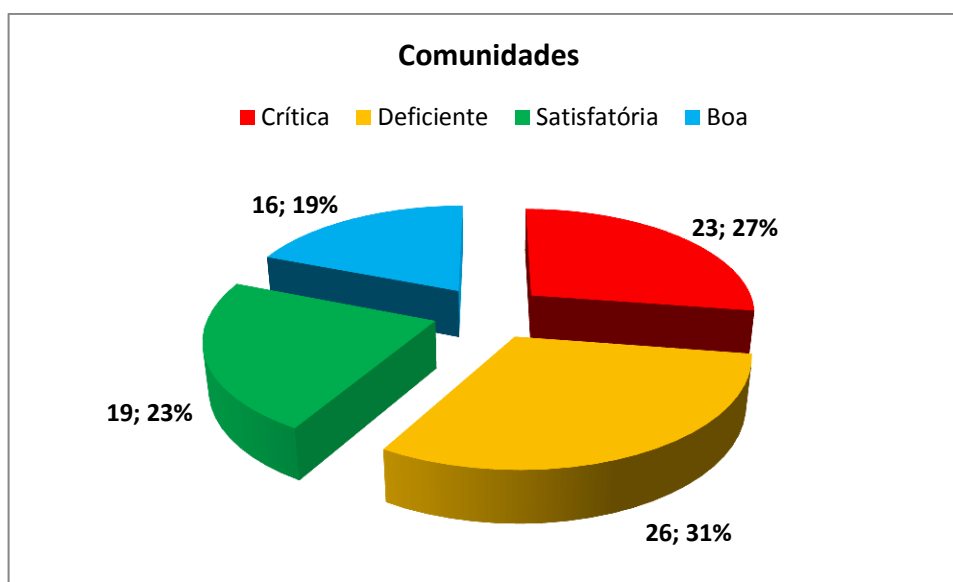


Figura 8.6: Classificação das comunidades de Milhã quanto à situação de abastecimento.

Pode ser observado na Figura 8.6 que 23 comunidades, representando 27% do total, se encontram em situação crítica de abastecimento e devem ser objeto de intervenção prioritária.



Segundo a Figura 8.7, relativa ao número total de casas por categoria de classificação, cerca de 281 famílias se encontram na categoria crítica, representando apenas 9% do total de famílias das comunidades rurais do município.

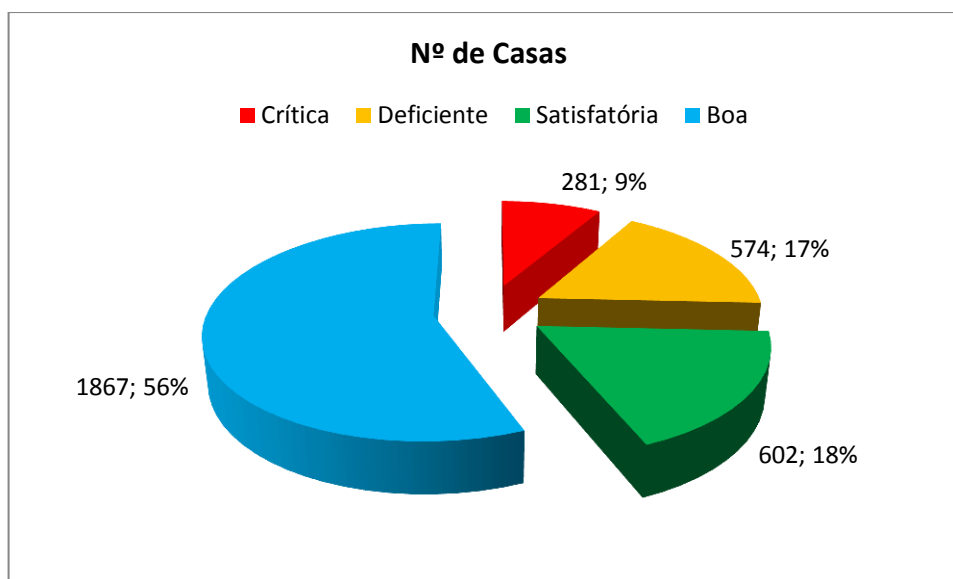


Figura 8.7: Classificação das casas de Milhã quanto à situação de abastecimento.

A Figura 8.8 apresenta o histograma do número médio de casas por comunidade classificada quanto à criticidade do abastecimento.

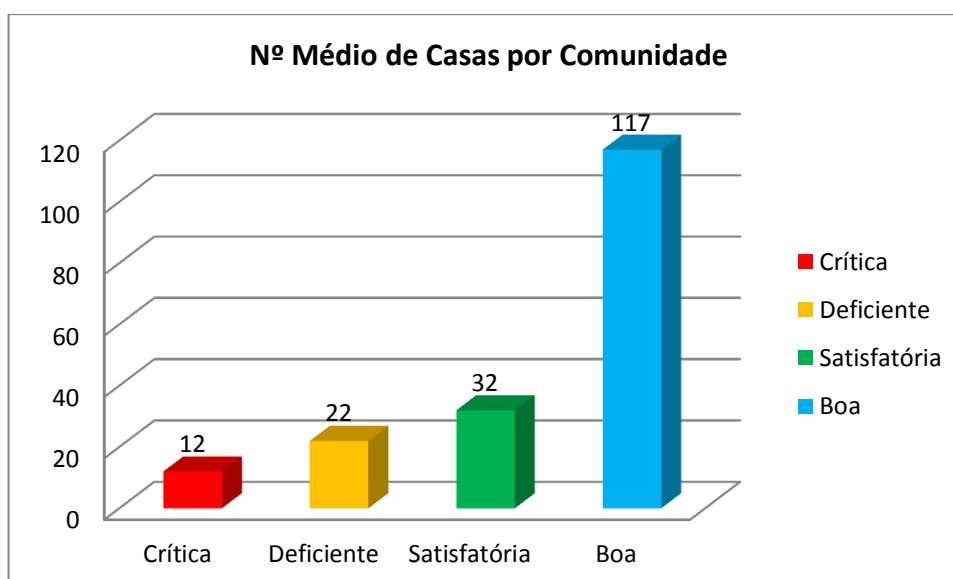


Figura 8.8: Número médio de casas por comunidade por categoria de criticidade de abastecimento.

Como se pode observar na Figura 8.8, o número médio de famílias por comunidade em situação crítica de abastecimento é de 12, enquanto que o número médio de famílias por comunidade em boa situação de abastecimento em Milhã é de 117 por comunidade, denotando a influência do efeito de escala na qualidade do abastecimento.

#### 8.2.4 *Propostas de Intervenções para Universalização do Abastecimento*

Foram consideradas intervenções prioritárias na escala local no PAM de Milhã, aquelas que permitiriam a universalização do abastecimento humano de água potável nas comunidades rurais críticas do município.

Entende-se aqui por “*universalização*” o fornecimento domiciliar de água potável para satisfazer as necessidades básicas do consumo humano. No caso das comunidades rurais dispersas ao longo do território municipal, a questão da universalização do abastecimento perpassaria por distintas etapas e não se constituiria numa ação singular possível de ser alcançada com uma única intervenção.

Em primeiro lugar, deveria ser garantido o acesso à água para a população residente nas comunidades rurais focando no aspecto de levar água ao domicílio fosse por meio de cisternas individuais ou por redes de distribuição públicas. A princípio, a construção de redes públicas de abastecimento seria a intervenção prioritária a ser perseguida desde que houvesse uma fonte hídrica viável em termos de capacidade de suprimento e distância de captação e adução. As cisternas seriam recomendadas para pequenas comunidades rurais com habitações muito dispersas que inviabilizassem economicamente a construção de redes de adução e distribuição domiciliar.

Em segundo lugar deveria ser considerada a *sustentabilidade do abastecimento em longo prazo no aspecto quantitativo* o qual se relacionaria com a capacidade hídrica do manancial selecionado para prover a água necessária durante os eventos das secas periódicas inerentes ao clima regional. Esta sustentabilidade hídrica não seria garantida pela maioria dos mananciais disponíveis no território do

município de Milhã, fato este que exigiria o estabelecimento de Planos Alternativos de Abastecimento durante as secas climáticas.

Este fator limitante ao abastecimento humano era uma realidade que teria de ser considerada em qualquer tipo de planejamento estratégico para garantir suprimento hídrico à população durante eventos climáticos adversos.

Dentre as alternativas disponíveis para prover o suprimento hídrico durante as secas teria que ser considerada a hipótese de continuar a haver abastecimento por carro pipa, que tem sido considerado pelos sucessivos governantes como uma ação a ser eliminada.

O PAM elaborado para o município de Milhã apresentou alternativas mais racionais para traçado das rotas com indicação dos mananciais estratégicos mais factíveis e confiáveis no aspecto qualitativo e quantitativo da água a fornecer a população.

O terceiro aspecto que teria de ser considerado na universalização do abastecimento era o da qualidade da água a ser fornecida. A princípio se deveria contestar o fato de que a qualidade é vista como um último passo a ser normalmente considerado nas ações de planejamento quando de fato deveria ser o primeiro motivado pelo interesse sanitário para a saúde das populações.

No entanto, o aspecto qualidade da água restringiria muito a disponibilidade de mananciais para abastecimento da população difusa tornando-se um fator limitante que impediria o abastecimento das populações com água de qualidade mediana apropriada para todos os demais usos, exceto para o de para beber.

A experiência vivenciada pela pesquisa de campo demonstrou que as populações das comunidades rurais difusas veem o acesso à água como o fator prioritário para satisfazer suas necessidades de abastecimento, uma vez que, dispondo do precioso líquido em quantidade nas suas residências para lavagem, cozimento e outras necessidades básicas com a higiene corporal, a busca pela água de beber se tornaria menos árdua e onerosa.

Considerar o fator qualidade de água como uma variável a ser levada em conta na construção dos sistemas de abastecimento público do município de Milhã

exigiria um aporte de recursos muito elevado incluindo a construção de novos reservatórios de maior capacidade tal como os que foram apontados no Capítulo 6 do PAM e de redes de adutoras municipais para levar água potável de boa qualidade às diversas comunidades rurais espalhadas pelo território.

A visão de planejamento estratégico trabalhada no PAM de Milhã foi focada naquilo que era possível se fazer do ponto de vista prático com poucos recursos disponíveis, limitados aos orçamentos não onerosos ou orçamentos fiscais e receitas perenes do município. O PAM não foi feito com o objetivo de apontar para soluções ideais do ponto de vista técnico, sanitário, econômico e social, mas fundamentado nos aspectos de viabilidade de execução dentro das limitações técnicas e econômicas do município.

A inexistência absoluta de fonte hídrica próxima que fosse economicamente viável para suprir algumas comunidades rurais resultou na sua exclusão das propostas de intervenções, restando a estas a alternativa de enquadramento dentro do programa de construção de cisternas de placas P1MC do MDS. Dessa forma, apenas 16 comunidades foram elegíveis para elaboração de proposta de intervenção no âmbito do PAM de Milhã.

O Quadro 11 apresenta o resumo das intervenções propostas para as comunidades críticas de Milhã, que foram agrupadas por blocos geográficos de intervenção.

## QUADRO - 11

Comunidades alvo de intervenção apontadas no PAM de Milhã e respectivos custos

Bloco Subbloco	Comunidade	Nº Famílias	População	Coord. E (m)	Coord. N (m)	Custo (R\$)	Custo/Fam. (R\$/fam.)
1 / 1.1	Barra do Juazeiro	10	50	486384	9371448	220.875,85	6.902,37
	José de Paz	3	15	487568	9371248		
	Cruzeiro	5	25	487568	9371248		
	Bom Alívio	14	70	485668	9370328		
1 / 1.1	Lajes	6	30	487184	9372658	14.129,16	2.354,86
1 / 1.2	Esperança	16	80	484721	9374320	94.432,82	3.777,31
	Sabonete	9	45	484893	9373160		
1 / 1.3	Bom Princípio	9	45	483403	9372010	77.657,01	8.628,56
2	Pedra d'Água	19	95	474562	9376138	146.927,56	5.247,41
	Serrote	9	45	474801	9375608		
3	Massapê	7(3)	15	486987	9378088	7.064,58	2.354,86
	Cruzeiro	11(6)	30	489839	9378792	14.129,16	2.354,86
4	Ingá	13	65	478556	9380112	65.485,39	5.037,33
5	Sítio Maré	8	40	480590	9361132	69.773,89	8.721,74
	Cajueiros	3	15	475643	9361952	4.709,72	2.354,86
6	Deus Me Ajude	3	15	484288	9366050	7.064,58	2.354,86
TOTAL		136	680			722.249,72	5.310,65

(Fonte: SOUZA FILHO e ENÉAS DA SILVA. 2010)

Conforme se pode observar no Quadro 11, o custo total para universalização do abastecimento nas comunidades rurais críticas de Milhã era de R\$ 722.249,72, representando um custo médio de R\$ 5.310,65 por família atendida.

O custo anual da Operação Pipa 2007/2008 realizada pelo Exército Brasileiro no município de Milhã foi de R\$ 365.424,00 para atendimento durante 10 meses a 54 comunidades rurais (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2008)..

Convém lembrar que o número total de comunidades em situação de abastecimento crítico e deficitário é de 49 comunidades, significando que houve abastecimento com carro pipa em apenas 5 comunidades a mais da soma das comunidades em situações crítica e deficiente.

Levando-se em conta que o número somado de famílias nas comunidades críticas e deficitárias de abastecimento é de 855, considerando o custo médio unitário de investimento por família de R\$ 5.310,65, o custo total da universalização do abastecimento em Milhã seria da ordem de R\$ 4.540.605,75.

Este valor representaria 12,4 anos de abastecimento com carro pipa. No entanto, aplicando-se um taxa de juros de 8% ao ano e anualizando o custo da Operação Pipa para 10 anos partindo-se do valor anual de R\$ 365.424,00, o valor

presente seria de R\$ 456.780,00. O valor do investimento para universalização do abastecimento nas comunidades de categoria crítica e deficitária de Milhã (R\$ 4.540.605,75) corresponderia a aproximadamente 9,94 anos de abastecimento com carro pipa.

### **8.3 Primeiros Impactos do PAM como Política Pública**

As iniciativas do GGRC/DEHA/UFC/CWC com a construção de sistema de abastecimento para a comunidade de Ingá e complementação do sistema de abastecimento de Pedra Fina, São João, Transval e Valentim dos Sabinos no município de Milhã, combinado com o estudo e lançamento do Plano de Águas Municipal, induziu a ações proativas tanto da Prefeitura Municipal de Milhã, quanto da Secretaria de Desenvolvimento Agrário visando à universalização do abastecimento das comunidades rurais do município.

A Prefeitura Municipal de Milhã priorizou ações voltadas para o abastecimento das comunidades rurais. A Prefeitura Municipal de Milhã já dispõe de projetos de abastecimento elaborados para as comunidades de Itabaina, Cafundó, Sabonete, Massapê, Monte Belo e Esperança, informação essa repassada pelo prefeito em visita ao seu gabinete em 15/03/2010. Segundo ainda informação do próprio prefeito municipal foi autorizada a realização de topografia para projeto de sistema de abastecimento em Maré, Aracaju, Baixa Verde, Olho d'Água, Km 21 e Almeida.

Por sua vez a Secretaria de Desenvolvimento Agrário –SDA convencionou recursos para implantação imediata de sistemas comunitários de abastecimento para as comunidades de Milhã indicadas no Quadro 12.

**QUADRO - 12**  
**Projetos de Abastecimento de Água Conveniados para Milhã em 2010**

<b>Convênio</b>	<b>Comunidade Atendida</b>	<b>Associação</b>	<b>Nº Famílias Beneficiadas</b>
2010/0039	Amanaju	Associação dos Agricultores Unidos	47
2010/0040	Barra do Juazeiro	Associação Comunitária José de Paz	41
2010/0302	Monte Grave	Centro Social de Monte Grave	51
2010/0311	Alto Verde	Associação dos Agricultores M. V. Pinheiro	36
2010/0433	José de Paz e região	Associação Comunitária José de Paz	40
		<b>TOTAL</b>	<b>215</b>

(Fonte: SDA, 2010)

Conforme se pode observar no Quadro 12, cerca de 215 famílias estão sendo contempladas com sistemas comunitários de abastecimento pelo Projeto São José II, com início das obras previsto para 2011.

Por seu lado, a Prefeitura Municipal de Milhã licitou as obras da comunidade de Cabeça-de-Boi (Alto Santo), com recursos da FUNASA, no valor de R\$ 127.860,31 para a 1ª etapa e R\$ 107.307,56 para a 2ª etapa, beneficiando 35 famílias da comunidade e área de entorno.

Aparentemente, a simples existência de um grupo de pesquisadores trabalhando pela meta da universalização do abastecimento das comunidades rurais no município de Milhã influenciou a tomada de posição das autoridades municipais para priorização de ações visando o abastecimento das comunidades, que resultou na exclusão de Milhã da relação de municípios decretados em estado de emergência com solicitação de abastecimento do carro pipa ao final do ano de 2010.

A Figura 8.9 mostra a manchete do Jornal O Povo de 07/11/2010 descrevendo que 79 municípios do Ceará estavam sendo abastecidos com carro pipa.

A Figura 8.10 mostra a complementação da matéria do jornal, mostrando a relação dos municípios em estado de emergência de abastecimento com carro pipa. Pela primeira vez, não aparecia o município de Milhã na relação de emergência. Nas viagens realizadas entre novembro/2010 e janeiro/2011 à zona rural do município de Milhã, não foi identificada nenhuma queixa dos moradores das comunidades pela ausência do carro pipa no ano de 2010. Coincidências à parte, isso denota uma mudança de mentalidade dos gestores públicos em relação a essa questão do abastecimento com carro pipa.





Observa-se, na lista dos municípios em estado de emergência sendo atendido pela Operação Pipa/2010, o município vizinho de Senador Pompeu.

#### **8.4 Visão de Longo Prazo para Milhã**

A experiência vivenciada pelo GGRC no sertão central do Ceará, mais especificamente no município de Milhã, levou à constatação de que há um limite para se explorar o capital social disponível nas comunidades visando criar modelos sustentáveis integrados de gestão de sistemas rurais de abastecimento d'água.

A idiosincrasia de certas lideranças comunitárias e das próprias famílias com relação ao compartilhamento da água com outras comunidades vizinhas é perceptível do ponto de vista prático pelo sentimento de posse que elas têm em relação a determinados mananciais.

A agregação de comunidades próximas para formar economias de escalas de abastecimento é um desafio muito grande em virtude da existência de conflitos às vezes ancestrais que são transmitidos de uma geração para outra e nada tem a ver com situação atual de suas necessidades de abastecimento.

O que se tem observado em Milhã é que haveria muita dificuldade para a formação de aglomerados de comunidades compartilhando uma mesma fonte hídrica de abastecimento, mesmo que fosse tecnicamente viável, dependendo somente da vontade dos moradores destas comunidades sem a interferência de alguma forma de pressão externa ao meio, na maioria dos casos que foram pesquisados em campo pelo autor.

Assim, para que seja possível se alcançar economia de escala em sistemas de abastecimento rural é necessária a intervenção do poder público na qualidade de agente indutor do processo, elaborando, financiando e implantando o projeto. Essa opção está na contramão da tese defendida por Katz & Sara (1998) sobre o procedimento fundamentado exclusivamente na resposta-à-demanda aqui apresentada.

Somente algumas comunidades dispõem de capital social suficiente, representado na maior parte por lideranças locais proativas, para se adotar alguns princípios advogados por essa abordagem. Prevalece na maioria delas a acomodação e a prática clientelista de deixar aos políticos a missão de trazer os benefícios que a comunidade precisa. Este é um fator cultural de elevada importância e que não pode ser menosprezado.

Para exemplificar, o sistema de abastecimento implantado na comunidade de Ingá pelo projeto da UFC/Columbia somente foi tornado possível quando houve uma separação entre as fontes hídricas de Ingá e do sistema Pedra Fina além da criação de uma associação independente para gerir o sistema de Ingá. A opção original era a construção de um sistema compartilhado e interligado oriundo de uma fonte hídrica comum e administrado pela Associação de Pedra Fina.

A ampliação da escala de projetos de abastecimento rural do nível local de comunidade para o nível regional, municipal ou mesmo estadual, terá de contar com a participação do poder público como agente ativo indutor do processo. Haverá necessidade de adoção de um polimorfismo de modelos de gerenciamento variando desde a autogestão absoluta de sistemas por comunidades que disponham de elevado capital social, até o gerenciamento de sistemas integralmente subsidiados pelo poder público municipal, estadual e federal.

A participação das comunidades nos processos de tomada de decisão e de gerenciamento que ultrapassem seu nível local comunitário teria de passar a ser de uma forma mais representativa do que da forma direta preconizada pela abordagem de Katz & Sara(1998).

## 9 AMPLIAÇÃO DA ESCALA DE ELABORAÇÃO DE PAM's

A ideia de elaboração de Planos de Águas Municipais como instrumento para a busca da universalização e sustentabilidade do abastecimento d'água para consumo humano de comunidades rurais foi aceita pelo Governo do Estado, conforme ficou demonstrado no Item 4.4 do Capítulo 4.

O Governo do Estado do Ceará está gestando convênio com o Banco do Nordeste do Brasil para financiar a elaboração de 24 PAM's em diversas bacias hidrográficas do estado, como projeto piloto visando à universalização do abastecimento de água nas comunidades rurais.

Em 28 de fevereiro de 2011 a SDA solicitou ao GGRC a elaboração de proposta e definição de critérios para seleção dos 24 municípios que deverão ser contemplados com a elaboração de PAM's financiados pelo Estado. O autor elaborou então o documento "Relatório de Critérios para Seleção dos Municípios para Elaboração de 24 Planos de Águas Municipais – PAM's" que foi entregue à SDA em 27 de maio de 2011.

A seleção final dos 24 municípios foi baseada em um indicador concebido pelo autor, que foi denominado de Índice Composto Ponderado – ICP.

O ICP consiste numa ponderação entre 4 indicadores que são medidores do grau de pobreza e subdesenvolvimento municipal, a saber: Taxa de Mortalidade Infantil; Índice de Desenvolvimento Municipal; Índice de Desenvolvimento Humano; e, Índice de Desenvolvimento Social de Resultado. A descrição dos indicadores é feita a seguir.

### a) Taxa de Mortalidade Infantil – TMI

A taxa de mortalidade infantil representa o número de óbitos por cada mil nascidos vivos menores de um ano. No Brasil esta taxa vem declinando ao longo do tempo, tendo caído de 31,7‰ (por mil) para 22,5‰, entre 1999 e 2009. O Rio Grande do Sul tinha a menor taxa de mortalidade infantil em 2009 (12,7‰) e Alagoas (46,40‰), a mais elevada. O índice admitido pela *Organização Mundial de Saúde (OMS)* é de dez óbitos para cada mil nascidos vivos (10 ‰).

A taxa de mortalidade infantil do Ceará é a segunda menor da região Nordeste, com 27,6 óbitos de crianças para cada mil nascidos vivos, perdendo apenas para o Piauí que registrou 26,20 óbitos. Os dados citados foram do estudo da Síntese de Indicadores Sociais (SIS) 2010, que teve como principal fonte a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) 2009, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Porém, a mortalidade infantil no Estado ainda é preocupante, pois é maior do que a média nacional, de 22,47 por mil nascidos. Por outro lado, a média do Nordeste registra um número de óbitos superior ao do Ceará com 33,20. Em 2008, a situação não era muito diferente, enquanto que a taxa nacional foi de 23,59 ‰ do Ceará era de 28,6‰. De qualquer forma a taxa de mortalidade infantil no Ceará vem diminuindo nos últimos anos, de acordo com a PNAD 2009. De 2002 para 2009, a mortalidade infantil no Estado, reduziu oito pontos percentuais, passando de 35,1 óbitos por mil nascidos vivos para 27,6.

Este valor de TMI no Estado do Ceará divulgado pelo IBGE está em desacordo com o valor constante dos relatórios municipais do IPECE (2011b) relativo aos dados levantados pela Secretaria de Saúde do Ceará (SESA) de 2008. Segundo o IPECE a TMI média no Ceará é de 15,8‰.

#### b) Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM

O Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM é um produto do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE que tem o mérito de congregar em um único índice diversos indicadores relacionados a diferentes grupos que retratam o desenvolvimento dos municípios cearenses (IPECE, op.cit.).

Ao todo são quatro os grupos de indicadores ligados a aspectos fisiográficos, fundiários e agrícolas, demográficos e econômicos, de infraestrutura, e sociais que compõem o IDM, que é um índice amplamente utilizado no acompanhamento do desempenho de municípios e como instrumento diagnóstico e de referência para a proposição e orientação de políticas públicas (IPECE, op.cit.).

O IPECE elabora o IDM a cada dois anos trabalhando 30 indicadores para composição do índice. Os dados são obtidos de diferentes instituições e Secretarias de Estado. Os trinta indicadores são agregados em quatro grupos:

Grupo 1: Indicadores fisiográficos, fundiários e agrícolas: precipitação pluviométrica, área explorável utilizada, índice de distribuição de chuvas, valor da produção vegetal, valor da produção animal, consumo de energia rural e salinidade da água;

Grupo 2: Indicadores demográficos e econômicos: densidade demográfica, taxa de urbanização, produto interno bruto, receita orçamentária, consumo de energia elétrica da indústria e comércio, produto interno bruto do setor industrial e rendimento médio do emprego formal;

Grupo 3: Indicadores de infraestrutura de apoio: agências de correio, agências bancárias, veículos de carga, emissoras de rádio, coeficiente de proximidade, domicílios com energia elétrica e rede rodoviária pavimentada;

Grupo 4: Indicadores sociais: taxa de escolarização no ensino médio, taxa de aprovação no ensino fundamental, escolas com bibliotecas, salas de leitura e laboratórios de informática, função docente no ensino fundamental com formação superior, taxa de mortalidade infantil, leitos hospitalares, médicos e abastecimento de água.

Esse rol de indicadores, segundo o IPECE, permite identificar a contribuição de cada dimensão considerada e dos elementos mais efetivos para o desenvolvimento dos municípios. Assim, o IDM possibilita o acompanhamento do desenvolvimento, além de se constituir numa ferramenta capaz de auxiliar os organismos públicos e privados na formulação de políticas (IPECE, op.cit.).

### c) Índice de Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida comparativa usada para classificar os países pelo seu grau de "desenvolvimento humano" e para separar os países desenvolvidos (muito alto desenvolvimento humano), em desenvolvimento (desenvolvimento humano médio e alto) e subdesenvolvidos

(desenvolvimento humano baixo). A estatística é composta a partir de dados de expectativa de vida ao nascer, educação e PIB per capita recolhidos a nível nacional.

Cada ano, os países membros da ONU são classificados de acordo com essas medidas. O IDH também é usado por organizações locais ou empresas para medir o desenvolvimento de entidades subnacionais como estados, cidades, aldeias, etc.

O índice foi desenvolvido em 1990 pelos economistas Amartya Sen e Mahbub ul Haq e vem sendo usado desde 1993 pelo Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento - PNUD no seu relatório anual.

Até 2009, o IDH usava os três índices seguintes como critério de avaliação: índice de educação, longevidade e renda (PIB per capita). A partir de 2010 o relatório do PNUD incorpora as dimensões de:

- Uma vida longa e saudável: Expectativa de vida ao nascer;
- O acesso ao conhecimento: Anos médios de estudo e anos esperados de escolaridade
- Um padrão de vida decente: PIB (PPC) per capita (PNUD, 2011).
- Índice de Desenvolvimento Social de Resultado – IDS-R

#### d) Índice de Desenvolvimento Social de Resultado – IDS-R

Segundo o IPECE (2011b) o Índice de Desenvolvimento Social (IDS) tem como objetivo de prover o Sistema de Inclusão Social com um indicador sintético e capaz de mensurar a inclusão social no Estado do Ceará. Inspirado nas metas de Desenvolvimento do Milênio 3, o Sistema de Inclusão Social tem a finalidade de monitorar as ações do Governo na área social e identificar os resultados destas. Este sistema se insere no de Gestão por Resultados (GPR) adotado pelo Governo do Estado do Ceará.

Neste cenário, o IDS atende a visão de que a mensuração da inclusão social constitui-se em um dos principais instrumentos disponíveis aos gestores públicos para a racionalização dos recursos e para o planejamento consistente das ações

públicas e por essa razão o acompanhamento dos indicadores vem sendo realizado anualmente.

Uma característica de destaque do IDS é a distinção entre indicadores de resultado, que medem em última análise a eficácia das propostas e programas estabelecidos, e indicadores de oferta, que é onde a administração pública pode (direta e indiretamente) intervir efetivamente. Esta separação permite identificar causalidade para determinados resultados, visto que mudanças na oferta de serviços públicos tendem a explicar mudanças no desenvolvimento social dos municípios (IPECE, op.cit.).

Esses indicadores possibilitam o acompanhamento, por parte da sociedade e de técnicos do Governo, do desempenho do Estado e de seus municípios. Permitem, também, corrigir rumos indesejados, além de servirem como instrumento de avaliações periódicas, tendo em vista solucionar problemas e promover o bem-estar da população, principalmente a menos favorecida (IPECE,op.cit.).

No Estado do Ceará, a análise da inclusão social vem sendo realizada através do Índice de Desenvolvimento Social (IDS). Trata-se de um índice sintético construído a partir de indicadores de oferta de serviços públicos e de resultados destes serviços. Sua funcionalidade é fornecer informações que ofereçam subsídios para a formulação e avaliação das políticas e programas realizados pelo Governo do Estado do Ceará.

#### e) Índice Composto Ponderado - ICP

O Índice Composto Ponderado – ICP foi um índice criado para ponderar os quatro indicadores empregados na análise com base em diferentes pesos em função da tipologia de cada indicador.

Para compor o ICP inicialmente os quatro indicadores TMI, IDM, IDH e IDS-R para todos os 184 municípios do Estado do Ceará foram reduzidos a indicadores relativos com variação de 0,000 a 1,000 tendo sido acrescentado um “R” no final dos indicadores (TIMR, IDMR, IDHR, IDS-RR) para identificar a redução a uma base comum para comparação. A equação 9.1 empregada foi:

$$IndR_i = \frac{I_i - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad Eq - 9.1$$

Onde:  $IndR_i$  = Valor do indicador  $I$  reduzido para cada município;

$I_i$  = Valor do indicador original para cada município;

$I_{min}$  = Menor valor da série daquele indicador para os 184 municípios;

$I_{max}$  = Maior valor da série daquele indicador para os 184 municípios.

Para o indicador TMI (taxa de mortalidade infantil) foi empregado o seu complemento visando manter coerência na comparação com a base dos demais indicadores, assim:

$$TMIR = 1 - \frac{TMI_i - TMI_{min}}{TMI_{max} - TMI_{min}} \quad Eq - 9.2$$

Na composição do Índice Composto Ponderado foram empregados diferentes pesos para os indicadores reduzidos:

- TMIR: foi atribuído peso 4, correspondendo a 40% de influência na composição do ICP em função de ser o indicador mais relacionado com a saúde humana (direito à vida) e diretamente correlacionado com a questão da pobreza e do acesso ao saneamento para as populações;

- IDMR: foi atribuído peso 3, correspondendo a 30% de influência no ICP, em função de ser um dos indicadores mais completos para os fins do plano de águas municipal, por conta de que incorpora em sua formulação os efeitos climatológicos, fisiográficos, uso do solo, demografia, economia e dimensão social dos municípios;

- IDHR: foi atribuído peso 2, correspondendo a 20% de influência no ICP. A desatualização do IDH municipal é um fator que prejudica sua eficiência com critério de decisão;

- IDS-RR: foi atribuído peso 1, correspondendo a 10% de influência no ICP, devido estar diretamente correlacionado com a eficiência da gestão pública municipal e estadual, o que pode introduzir vieses na elaboração de planos de longo horizonte, em função da alternância de poder dos gestores municipais.

Assim, o ICP foi elaborado segundo a equação 9.3:



$$ICP = \frac{4 \cdot TMIR + 3 \cdot IDMR + 2 \cdot IDHR + IDS - RR}{10} \quad Eq - 9.3$$

A Figura 9.1 mostra a distribuição do ICP nos municípios do Ceará.

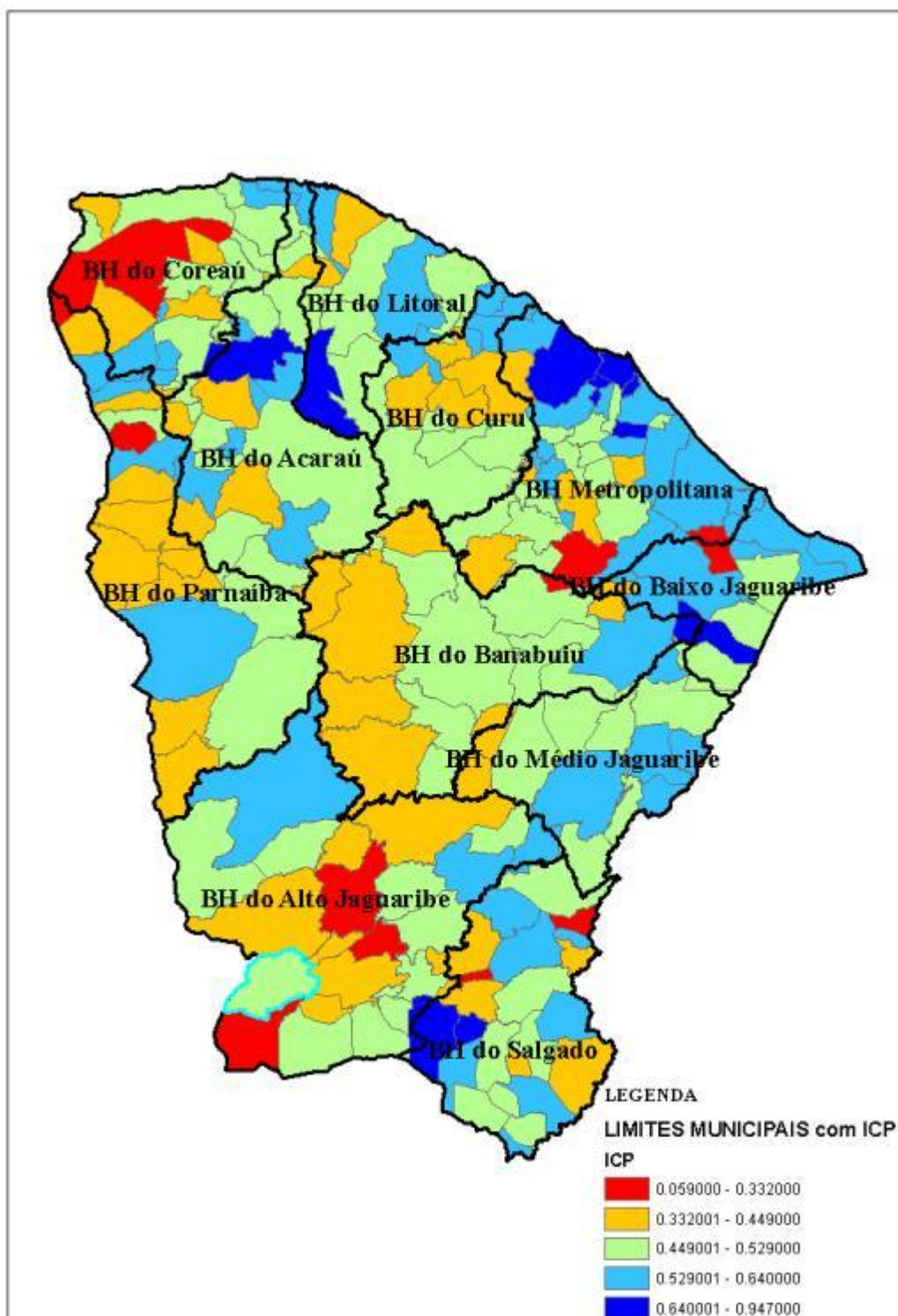


Figura 9.1: Mapa de distribuição do ICP nos municípios cearenses

(Fonte: ENÉAS DA SILVA, 2011)

O mapa da Figura 9.1 sugere a formação de blocos agregados de municípios com baixo ICP nas bacias do Alto Jaguaribe, Salgado, Parnaíba, Coreaú, Médio Jaguaribe, Curu e Metropolitana.

A seleção dos blocos de municípios que comporiam os 24 contemplados com PAM's foi feita com base nos seguintes critérios, considerando o baixo valor de ICP:

- a) Selecionou-se os blocos de municípios de menor ICP agregado nas bacias do Alto Jaguaribe, Salgado, Curu, Parnaíba e Coreaú, privilegiando a seleção de municípios de menor área territorial e com maior proximidade entre si de forma a favorecer a logística do Diagnóstico de Campo nesse projeto piloto de 24 municípios;
- b) As bacias do Banabuiú e Médio Jaguaribe já tiveram municípios contemplados com a elaboração de PAM (Milhã) ou Diagnóstico de Campo já realizados pelo GGRC, o que facilitaria a elaboração de seus PAM's oportunamente;
- c) A bacia Metropolitana seria deixada para uma segunda etapa, em virtude da maior densidade econômica da maioria de seus municípios, apesar de haver municípios com baixo ICP;
- d) Blocos de municípios com grande extensão territorial foram excluídos do projeto piloto atual limitado a 24 municípios.

Dessa forma foram selecionados os seguintes municípios indicados no Quadro 13 e Figura 9.2.

## QUADRO - 13

Relação dos municípios selecionados pelo critério do ICP

<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ICP</b>
<b>ALTO JAGUARIBE</b>	SALITRE	0,332
	POTENGI	0,424
	ASSARÉ	0,393
	ANTONINA DO NORTE	0,349
	TARRAFAS	0,059
	SABOEIRO	0,314
	AIUABA	0,373
<b>COREAÚ</b>	CHAVAL	0,475
	GRANJA	0,285
	MATINÓPOLE	0,415
	VIÇOSA DO CEARÁ	0,439
	BARROQUINHA	0,433
<b>SALGADO</b>	CARIRIAÇU	0,410
	GRANJEIRO	0,208
	VÁRZEA ALEGRE	0,437
<b>CURU</b>	TEJUÇUOCA	0,385
	APUIARÉS	0,397
	PENTECOSTE	0,445
	UMIRIM	0,410
<b>PARNAÍBA/ACARAÚ</b>	CARNAUBAL	0,282
	GRAÇA	0,355
	CARIRÉ	0,428
	IBIAPINA	0,445
	SÃO BENEDITO	0,467

(Fonte: ENÉAS DA SILVA, 2011)

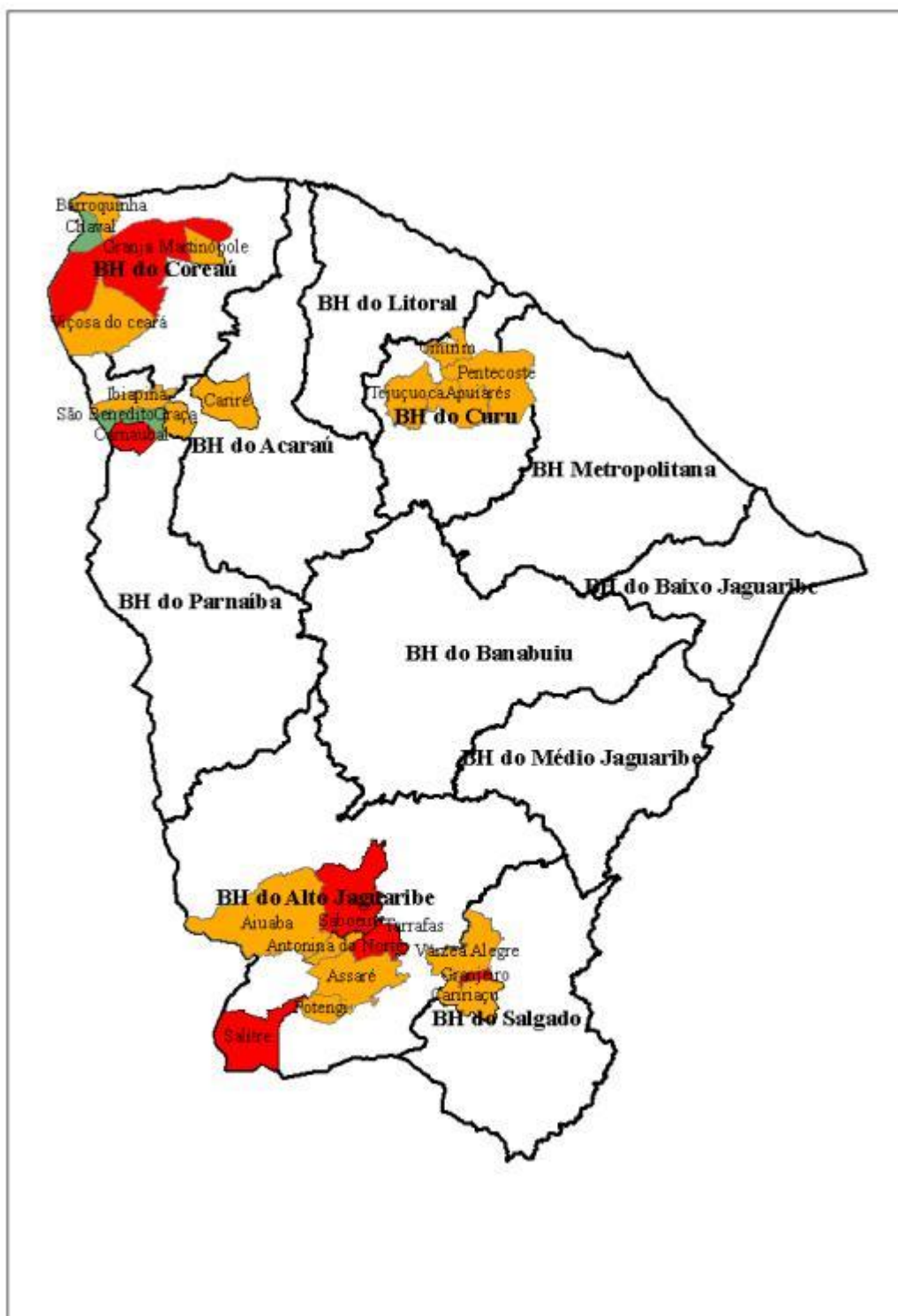


Figura 9.2: Mapa dos 24 municípios selecionados pelo critério do ICP.

(Fonte: ENÉAS DA SILVA, 2011)

A seleção dos municípios com base no segundo critério proposto (ICP) permitiu a formação de cinco blocos compactos de municípios em seis diferentes bacias hidrográficas, correspondendo a diferentes realidades climatológicas e socioeconômicas.

A elaboração do projeto piloto de 24 PAM's nestes municípios permitirá adquirir experiência suficiente no processo para adaptar a base metodológica e fazer ajustes e correções para a futura expansão do projeto aos demais municípios do Estado do Ceará.

A projetada realização dos 24 PAM's pelo Governo do Estado do Ceará comprova ser o PAM um instrumento viável de política pública para a universalização do abastecimento d'água em comunidades rurais do interior do Estado.

## 10 CONCLUSÕES

A universalização do abastecimento das pequenas comunidades rurais difusas abaixo do patamar de 50 famílias nunca havia sido objeto de uma política pública voltada para esta questão. As políticas públicas inerentes ao abastecimento de pequenas comunidades rurais difusas no nordeste brasileiro sempre foram efêmeras com caráter assistencialista visando ao abastecimento emergencial durante as secas e estiagens traduzidas pelas operações carros-pipa.

O fortalecimento de uma gestão democrática e compartilhada das fontes hídricas existentes nas comunidades difusas do Estado do Ceará é urgente e necessária e deve buscar garantir água em quantidade e qualidade para uma população que sofre anualmente com a escassez desse recurso.

Essa ação remete, necessariamente, à participação, democracia e cidadania e reconhece que a coordenação de ações integradas do Governo e da sociedade seria um arrojado programa, uma prodigiosa atitude que requer mais responsabilidade e organização local, mais conhecimento, maior capacidade por parte dos usuários, mais uso da tecnologia da informação, dos instrumentos financeiros, mais reforço na educação ambiental e fornecimento de valores corretos para o gerenciamento das águas (CEARÁ, 2010).

A superação do grande desafio da universalização e sustentabilidade do abastecimento humano nas comunidades rurais do semiárido não é de caráter apenas tecnológico, mas também de caráter institucional, educacional e cultural, requerendo o desenvolvimento de um modelo de gerenciamento adequado à heterogeneidade do território.

A participação da sociedade como um ator ativo do processo visando alcançar a sustentabilidade pela autogestão dos sistemas de abastecimento demandará muito tempo futuro, em virtude dos traços culturais ainda predominantes no meio rural, calcado no paternalismo e no clientelismo político, fruto de séculos de dominação econômica e política pelas elites locais e regionais. Estas elites, apesar dos avanços constitucionais e das legislações ambientais e de recursos hídricos, ainda controlam o acesso à água em parte significativa do território semiárido.

Somente pela educação e informação se poderá romper com os vícios culturais arraigados por herança de várias gerações.

Há de se reconhecer forçosamente que é o Estado Brasileiro, representado pelos seus diferentes poderes, que desempenha o papel de indutor dos processos de mudança na sociedade rural mais atrasada em níveis de desenvolvimento, a partir da criação de políticas públicas destinadas a modificar um cenário atual de subdesenvolvimento, tal como bem descreve Saraiva (2007).

As políticas públicas com este objetivo requerem instrumentos de planejamento destinados a nortear a implementação da política segundo os objetivos e metas desejadas. Os Planos de Águas Municipais correspondem a uma lente de aumento da visão de planejamento sobre uma parte do território não considerada dentro dos planos nacionais, estaduais ou de bacias hidrográficas de recursos hídricos, que são as pequenas comunidades rurais.

Nenhuma outra subdivisão do território brasileiro é tão frágil do ponto de vista da sua sustentabilidade socioeconômica aos estresses climáticos representados pelas secas do que as pequenas comunidades rurais dispersas no semiárido nordestino brasileiro. O abastecimento humano de água para beber durante as secas é dependente ainda de medidas emergenciais paliativas como os carros-pipa, os quais têm sido mobilizados numa frequência anual, e não mais durante eventos prolongados de seca hidrológica.

O conhecimento dessa realidade das comunidades rurais com a profundidade que requer uma política pública voltada para transformação dessa situação indesejável é uma das funções primordiais dos Planos de Águas Municipais.

Considerando as ideias e conceitos apresentados no presente trabalho respaldados pelas referências citadas, seria possível inferir as seguintes conclusões como válidas:

- i. Os Planos de Água Municipais são efetivos instrumentos para implementação de uma política pública visando à universalização do abastecimento das comunidades rurais difusas no semiárido



- cearense, cuja ideia poderia ser extrapolada para todo o nordeste brasileiro;
- ii. Os pontos-chaves da solução para eliminação ou minimização do emprego do carro pipa como solução de abastecimento das comunidades rurais difusas no semiárido são a universalização e a sustentabilidade das soluções estruturais implantadas, sejam elas individuais ou coletivas;
  - iii. O abastecimento de água para comunidades rurais é altamente dependente do fator de escala populacional da comunidade a ser atendida. Quanto maior a população, mais favorável será a possibilidade de implantação e garantia de sustentabilidade do sistema de abastecimento;
  - iv. Não há soluções únicas e definitivas para solução do problema. É necessário lidar com uma cesta de opções de soluções tecnológicas combinadas num consórcio de sistemas hídricos para garantia da sustentabilidade do abastecimento;
  - v. A dependência de fontes hídricas alternativas para abastecimento é um dos fatores que podem limitar o alcance da meta de universalização;
  - vi. O modelo de financiamento do sistema é outro fator preponderante para a universalização do abastecimento. A busca de fontes de recursos alternativos para investimento deve ser priorizada pelos gestores públicos municipais;
  - vii. A sustentabilidade hídrica dos sistemas implantados é fator dependente da garantia do suprimento de água pela fonte hídrica; do capital social acumulado pela comunidade e, do modelo de gerenciamento empregado;
  - viii. Não há um modelo único de gerenciamento aplicável a todos os casos e todas as comunidades. A existência de um polimorfismo e policentrismo de modelos é essencial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas implantados;
  - ix. Os Planos de Águas Municipais são capazes de considerar os mecanismos para alcançar a universalização e a sustentabilidade das soluções de abastecimento implantadas nos municípios em função da

sua base metodológica que foca as soluções com base num minucioso diagnóstico primário das soluções tecnológicas disponíveis e dos condicionantes sociológicos de cada comunidade.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

ALBUQUERQUE NETO, V.S. **Análise do Sisar como uma Alternativa Economicamente Sustentável para o Saneamento Rural**. Dissertação de Mestrado. CAEN. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2011. 59f.

ANA – Agência Nacional de Águas. Atlas Nordeste. **Abastecimento Urbano de Água**. Brasília, DF, 2005.

ANDERSON, K.P.; OSTROM, E. **Analyzing Decentralized Resource Regimes from a Polycentric Perspective**. Policy Sciences 41(1): 71-93. 2008.

BANCO MUNDIAL. **Abastecimento de Água em Pequenas Comunidades Rurais Dispersas no Semi-árido Brasileiro**: Síntese dos Resultados dos Estudos de Caso: Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte. [S.l.]:Práxis Consultoria e Projetos S/C Ltda. Jun. 2002. 46p.

BARAT, J. **O Financiamento da Infraestrutura Urbana**: os Impasses as Perspectivas Institucionais, as Perspectivas Financeiras. In: REZENDE, Fernando; PAULA Tomás B. *Infraestrutura: Perspectivas de Reorganização – Financiamento*. Brasília, IPEA.1998.

BARBAN, V. Fórum Mundial da Água – Questões fundamentais e muitas controvérsias. REDD, **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.1, n.2, jan/jul 2009. Disponível em: <<http://seer.fclar.unesp.br/redd/article/>>. Acesso em 24 out.2010.

BEEKMAN, G.B. **Gerenciamento integrado dos recursos hídricos**. Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura. IICA , Brasília, 64p. 1999.

BISWAS, A.K.; TORTAJADA, C. **Appraising Sustainable Development**. Water Resources Management Series. Oxford University Press. New Delhi. 2005. 223p.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 08 de janeiro de 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diretrizes para a Definição da Política de Elaboração de Planos Municipais e Regionais de Saneamento Básico**, Brasília, DF.2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO - MI. **Nova Delimitação do Semi-árido Brasileiro**. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento 2005. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/publicacoes/index.asp>.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- MMA. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. PAN-BRASIL. Brasília. 242p. 2004

BRASIL, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades. **Missão Institucional**. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/secretaria-nacional-de-saneamento-ambiental>. Acessado em: 20 jan 2011.

BREIER,M.; VISSER,M.**The Free Rider Problem in Community-Based Rural Water Supply: A Game Theoretic Analysis**. Southern Africa Labour and Development Research Unit. Working Paper Series. SALDRU. University of Cape Town. Cidade do Cabo. n. 06/05. 2006.

CAGECE. COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ. **Normas Técnicas para Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário da CAGECE**. Fortaleza, fev/2010. 560p.

CAGECE. COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ. **Notícias do SISAR**. Fortaleza. 2011. Disponível em:< <http://www.cagece.com.br/noticias/> > Acesso em 24 de janeiro de 2011.

CAMPOS, J.N.B. **Dimensionamento de Reservatórios - O Método do Diagrama Triangular de Regularização**, Fortaleza, Edições UFC. 1996. 56p. il.

CAMPOS, J.N.B. **Dimensionamento de Reservatórios - O Método do Diagrama Triangular de Regularização**, Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 2005. 85p.

CAMPOS, J.N.B. **Lições em Modelos e Simulação Hidrológica**, ASTEF, Fortaleza, 2009. 166p.

CAMPOS, J.N.B. **Política das águas**. In CAMPOS, J. N. B; STUDART, T. M. C. (Org.) **Gestão de Águas: princípios e práticas**. 2ª Ed. Porto Alegre. ABRH. 2003. 242p.

CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T.; MARTINZ E COÊLHO. **SIMRES: Laboratório Computacional de Reservatórios**. 2000. Disponível em <<http://www.deha.ufc.br/Nilson/simres>>. Não acessado.

CAMPOS, J.N.B. **Vulnerabilidade do Semiárido às Secas, sob o Ponto de Vista dos Recursos Hídricos**. In: Projeto Áridas: GT II - Recursos Hídricos, Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste, Ministério da Integração Nacional, Brasília.1994

CAMPOS, J.N.B.; VIEIRA NETO, J. F.; MARTINS, E. S. **Vulnerabilidade de sistemas hídricos**: um estudo de caso. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, v.2,n.1, p 1-57, 1997

CARDOZO NETO, N. **Base Legal sobre Planos de Recursos Hídricos**. 2011. Disponível em: <<http://www.comiteitajai.org.br/8080>> , acesso em 03/03/2011.

CÁRITAS BRASILEIRA. **Construindo a Solidariedade no Semiárido-Cisterna de Placas**, Manual, 2009. 69p.

CEARÁ, ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO, **Pacto das Águas: Cenário Atual dos Recursos Hídricos do Ceará**. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Eudoro Santana (Coordenador). INESP. Fortaleza. 2008. 174p. il.-(Coleção Pacto das Águas).

CEARÁ, ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO, **Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará**. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Eudoro Santana (Coordenador). INESP. Fortaleza. 2009. 408p. il.

CEARÁ, Lei nº 11.306, de 1º de abril de 1987. **Dispõe sobre a extinção, transformação e criação de Secretarias de Estado** e cria cargos de subsecretário e dá outras providências. Fortaleza. 1987.

CEARÁ, Lei nº 11.380, de 15 de dezembro de 1987. **Cria a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA)**, define sua estrutura e dá outras providências. Fortaleza. 1987.

CEARÁ, Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Fortaleza. 1992.

CEARÁ, Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993. **Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)**, define sua estrutura e dá outras providências. Fortaleza. 1993.

CEARÁ, GOVERNO DO ESTADO. **Projeto Água Doce – Construção de Pequenos Sistemas de Abastecimento d'Água em Comunidades Rurais do Interior do Estado**. Fortaleza. 2001.

CEARÁ, SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO DO ESTADO DO. **O Caminho das Águas na Rota dos Carros-Pipa**. Coordenado por Mércia Cristina Manguiera Sales. Fortaleza. 2010. 80p.

CEARÁ, SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO ESTADO DO. **Ceará em Números**. 2011. Disponível em: < <http://www.seplag.ce.gov.br/cear-em-numeros/> > Acesso em 23/05/2011.

CEARÁ. SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO. **Atualização do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PLANERH)**. AGE-Aquacon. Fortaleza. Expressão Gráfica. Fortaleza. 2005. 247p. il.

CEARÁ. SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PERH)**. Fortaleza. SRH. 1992. 4v.

CIRILO, J.A. **Dossiê Água – Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semiárido**. Estudos Avançados. v. 22.n.63. São Paulo. 2008.

CIRILO, J.A. et al. **Soluções para o Suprimento de Água de Comunidades Rurais Difusas no Semiárido Brasileiro: Avaliação de Barragens**

Subterrâneas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 8.n. 4. Out/Dez 2003. p. 5-24. 2003.

CLEAVER, F. **More Ecological Rationality, Institutions and the Management of Common Property Resources.** Development and Change. 31(2): 361-383. 2000.

COGERH. **Método de estimativa de curva cota x área x volume.** Comunicação pessoal de Paulo P. de Miranda. Fortaleza. 2002.

COGERH. **Plano de gerenciamento das águas da Bacia do Rio Jaguaribe.** Fase 1(Diagnóstico), Volume 1 ( Estudos de Base de Hidrologia), Tomo I (Atualização e análise de dados hidrometeorológicos). Fortaleza, Ceará. 2000.

CONEJO, J.G.L. **Contribuição dos Planos de Recursos Hídricos para Resolver Problemas: a experiência da ANA,** XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, MS.2009.

CNUMAD. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento:** Agenda 21. 1992

COUTO SILVA, V.H.M. **Determinantes do acesso aos serviços de saneamento básico no Ceará: o caso do esgotamento sanitário.** Texto para discussão Nº 64 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. Fortaleza - CE. Julho 2009. 21p.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. **SIAGAS- Sistema de Informações de Águas Subterrâneas.** 2011. Disponível em < <http://siagasweb.cprm.gov.br> > Acesso em 10/06/2011.

DALMAZO, R. A. **Expansão e Desequilíbrio Financeiro das Estatais Gaúchas.** In: Faria, L. A. E. (org.). O Estado do Rio Grande do Sul nos Anos 80: Subordinação, Imprevidência e Crise. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser.1994.

ENÉAS DA SILVA, F.O. **Bacias Hidrográficas – Parâmetros Característicos**. NA-02. Universidade de Fortaleza. Fortaleza. 2010. 17p.

ENÉAS DA SILVA, F.O. **Relatório de Critérios para Seleção dos Municípios para Elaboração de 24 Planos de Águas Municipais -PAM's**. GGRC/DEHA/UFC/CWC. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2011. 29p.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Dados dos Municípios Atendidos por Operação Pipa 2007/2008**. Relatório de Atividades. Fortaleza. Dez. 2008. 42p.

FALK,T; BOCK,B; KIRK,M. **Polycentrism and Poverty: Experiences of Rural Water Supply Reform in Namibia**. Water Alternatives 2(1):115-137. 2009. Disponível em < <http://www.water-alternative.org>. > Acesso em 13/set/2010.

FERREIRA, C.K.L. **O Financiamento da Infraestrutura: o Papel do "Project Financing"**. Instituto de Economia do Setor Público (IESP), jun. 1995, Texto para Discussão nº 25.1995.

FIRJAN. **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal**. 2011. Disponível em: < <http://www.firjan.org.br/data/pages/>> acesso em 07/03/2011.

FISHER, T. **Administração pública como área de conhecimento e ensino: a trajetória brasileira**. Revista de Administração Pública, v 14, n.4, p 278-288, out/dez/1984.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Programa de Saneamento Rural**. 2011. Disponível em < <http://www.funasa.gov.br/internet/ProAceCresIV.asp> > Acesso em 06 de junho de 2011.

FUNCEME . Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Índice de Aridez para o Ceará**. 2011. Disponível em: < <http://www.funceme.br/areas/meio-ambiente/indice-de-aridez>. > Acessado em 02/01/2011



GALLEGO, C.E.C., et al. (2000), **Diretrizes pra Elaboração de Planos Estaduais de Recursos Hídricos**, V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal. 2000.

GALLOPIN, G.C, **Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity**. Global Environmental Change. 2006. V.16. 293-303.

GUNDERSON, L. H., HOLLING, C.S. et al. **Resilience of large scale resource systems**. Resilience and behaviour of large-scale systems. L. H. Gunderson and L. P. Jr. Washington, DC, R. Island Press: 3-20.2002.

HELLER, L. **Acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil: considerações históricas, conjunturais e prospectivas**. Centre for Brazilian Studies. Working Paper Number CBS-73-06. Oxford. University of Oxford. 2006. 59p.

HOLLING, C. S. (1973). **Resilience and stability of ecological systems**. Annu Rev Ecol Syst 4: 1-23.

HOLLING, C.S., **Understandig the complexity of economic, ecological and social systems**. Ecosystems. 2001. V.4:390-405.

IPEA, **Relatório final do convênio IPEA/OPAS para o Projeto Nacional de Saneamento Rural**. Brasília, 1990. 26p.

IPECE, INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas**. 2011. Disponível em < <http://www2.ipece.ce.gov.br/mapas/> >. Acesso em 05 de junho 2011.

IPECE, INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Indicadores Socioeconomicos**. 2011. Disponível em < <http://www2.ipece.ce.gov.br/categoria5/> >. Acesso em 22 de maio 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. 2011. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/> > Acesso em 20/01/2011.

KALIBA, A.R.M.; NORMAN, D.W.; CHANG, Y-M. **Willingness to pay to improve domestic water supply in rural areas of central Tanzania: Implications for policy**. Submitted to: The International Journal of Sustainable Development and World Ecology. 2003. 34p.

KATZ,T.; SARA,J. **Making Rural Water Supply Sustainable: Recommendations from a Global Study.** UNDP-World Bank Water and Sanitation Program. Washington D.C.1998.

LOCKWOOD,H. **Scaling Up Community Management of Rural Water Supply.** Thematic Overview Paper. IRC International Water and Sanitation Centre. CW Delft. The Netherlands. Mar. 2004. 97p.

MANTILLA, W.C. **Políticas públicas para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento em las áreas rurales.** CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile. Mar. 2011. 54p.

OSTROM,E. **Coping with tragedies of the commons.** Annual Reviews Political Science. 1999. v.2:493-535.

OSTROM, E. **Understanding Institutional Diversity.** Princenton University Press. Princenton. 2005.

OSTROM, E. **Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems.** The Nobel Foundation's Yearbook. Les Prix Nobel. 2009.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento Humano e IDH.** 2011. Disponível em < <http://www.pnud.org.br/idh/> >. Acesso em 22/05/2011.

PRODHAM, **Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental.** SRH. 2011. Disponível em < <http://www.srh.ce.gov.br/index.php/linhas-de-ação/projetos-programas/> > Acesso em 06 de junho de 2011.

PRONAF. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Programa Nacional de Agricultura Familiar.** 2011. Disponível em < <http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/pronaf/> > Acesso em 06 de junho de 2011.

REBOUÇAS, A.C.;BRAGA,B.; TUNDISI;J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. Escrituras Editora. São Paulo. 1999. 717p.

RIBOT, J. (1996). **Climate variability, climate change and social vulnerability: moving forward by looking back**. Climate variability, climate change and social vulnerability in the semi-arid tropics. J. C. Ribot, A. R. Magalhaes and S. Panagides. Cambridge, UK., Cambridge University Press: 1-10.

ROCHA, W.S. **Comunicação pessoal de consultoria para a SDA**. 11 de maio de 2011.

SARA,J.; KATZ,T. **Making Rural Water Supply Sustainable: Report on the Impact of Project Rules**. UNDP-World Bank Water and Sanitation Program. Washington D.C. USA. 1997. Disponível em < <http://www.worldbank.org>. > Acesso em out/2010.

SILVA, F.O.E., TEIXEIRA, L., SOUZA FILHO, F.A., DANTAS NETO, S.A., **Sustentabilidade Hídrica de Populações Abastecidas com Cisternas de Placas no Semiárido Nordestino**, in XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande. 2009.

SOHIDRA. Superintendência de Obras Hidráulicas. **Projeto São José**. 2011. Disponível em < <http://www.sohidra.ce.gov.br/projeto-sao-jose/> >. Acesso em 06 de junho de 2011.

SOUZA FILHO, F. A., ENEAS DA SILVA, F.O. **Plano de Águas Municipal de Milhã**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. 434 p.

SOUZA FILHO, F. A.; GOUVEIA, S. X. **Sistemas de suporte á decisão**. In: CAMPOS,J. N.. e STUART, T. M. C.; **Gestão das águas: princípios e práticas**. Porto Alegre, RS. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2001.

SRH, Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, **Programa de Abastecimento de Água de Pequenas Comunidades Rurais**. 2011. Disponível em < <http://www.srh.ce.gov.br/index.php/linhas-de-ação/projetos-programas/> > Acesso em 06 de junho de 2011.

TEIXEIRA, F. J.C. **Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Propostas de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará.** Água Brasil. v.6. 65p. 2003

TUROLLA, F.A. **Política de Saneamento Básico: Avanços Recentes e Opções Futuras de Políticas Públicas,** Texto para Discussão Nº 922, IPEA, Brasília. 2002.

UNITED NATIONS. **The Millennium Development Goals Report 2010.** Disponível em: <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/> > Acesso em 23 out.2010.

WATER AND SANITATION PROGRAM –WSP, The. **World Bank Water and Sanitation Program.** Disponível em < <http://www.wsp.org>>. 2011. Acesso em 04/06/2011.

WCDE, **Our Common Future.** Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford Univeristy Press, Oxford. 1987.

