



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DOS RECURSOS
NATURAIS E DESENVOLVIMENTO LOCAL - PPGEDAM



ADRIANA DIAS E DIAS

**A SUSTENTABILIDADE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DE CHUVA:
O Caso de Comunidades Insulares de Belém-PA**

BELÉM

2013

ADRIANA DIAS E DIAS

**A SUSTENTABILIDADE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DE CHUVA:
O Caso de Comunidades Insulares de Belém-PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão dos Recursos Naturais e desenvolvimento local na Amazônia, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia.

Área de concentração: Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Coorientador: André Luís Assunção de Farias

BELÉM

2013

Dados internacionais de catalogação-na-publicação (CIP), Biblioteca do Núcleo do Meio Ambiente/UFPA, Belém – PA.

Dias, Adriana Dias e

Sustentabilidade de Tecnologias Sociais de Abastecimento de Água de Chuva: o caso de Comunidade Insulares de Belém - PA / Adriana Dias e Dias; orientador: Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes; coorientador: André Luís Assunção de Farias. __. 2013.

115 f.

Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

1. Desenvolvimento Sustentável - Tecnologias Sociais – Comunidades ribeirinhas - Belém (PA). 2. Avaliação de sustentabilidade - Belém (PA). I. Mendes, Ronaldo Lopes Rodrigues, orient. II. Farias, André Assunção de, coorient. III. Título.

CDD: 23. ed. 363.4791098115

ADRIANA DIAS E DIAS

**A SUSTENTABILIDADE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DE CHUVA:
O Caso de Comunidades Insulares de Belém-PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão dos Recursos Naturais e desenvolvimento local na Amazônia, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia.

Área de concentração: Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Coorientador: André Luís Assunção de Farias

Aprovada em: 26/09/2013

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes (orientador)
Universidade Federal do Pará / Núcleo de Meio Ambiente

Prof. Dr. André Luís Assunção de Farias (coorientador)
Universidade Federal do Pará/ Núcleo de Meio Ambiente

Prof. Dr. Tony Carlos Dias da Costa (examinador interno)
Universidade Federal do Pará/ Núcleo de Meio Ambiente

Prof. Dra. Cezarina Maria Nobre Souza (examinador externo)
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará

A Deus, porque sua sabedoria é superior a qualquer ciência humana. Dedico a Ele por sempre estar presente em minha vida, por me proteger e conduzir.

AGRADECIMENTOS

À UFPA e ao Programa de Pós-graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia pela oportunidade de realizar este curso.

Ao meu orientador Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, pela dedicação e por todo conhecimento compartilhado, fatores imprescindíveis para a execução de um trabalho científico como este.

Aos professores André Luís Assunção de Farias e Tony Carlos Dias da Costa pelas valiosas contribuições durante a defesa de qualificação, sem as quais este trabalho seria mais limitado.

Ao amigo Marcos Rogério pelo apoio, pela convivência e pelas discussões que contribuíram para enriquecer este trabalho.

Aos colegas de turma, pelos momentos de alegria, mas acima de tudo pelos momentos de reconstrução do conhecimento, em especial às amigas Andréa Barata e Yngreth Moraes.

Aos funcionários do NUMA, em especial ao Cláudio Cunha e Zelma Lúcia pelo apoio durante o curso.

Aos meus amados pais, Roberto e Mírian; ao companheiro formidável, Marcelino Lopes; aos meus queridos irmãos, Fábio e Luciana; à minha querida cunhada, Leylane; pelo afeto e apoio.

O mundo Amazônico não poderá ficar isolado ou alheio ao desenvolvimento brasileiro e internacional, porém ele terá que se autossustentar em quatro parâmetros e paradigmas fundamentais: isto é, ele deve ser economicamente viável, ecologicamente adequado, politicamente equilibrado e socialmente justo.

(Samuel Benchimol)

RESUMO

Nas ilhas Grande e Murutucu (áreas de estudo), assim como em outras áreas ribeirinhas da Amazônia, os moradores não dispõem de saneamento básico, o que contribui para que acabem ingerindo a água dos rios sem nenhum tipo de tratamento ou paguem por água de qualidade duvidosa, fato este que revela a existência de um comércio diante do direito à água potável. Consequentemente, perante a falta de abastecimento de água de qualidade, esta pesquisa toma como hipótese básica que sistemas de aproveitamento de água de chuva (SAAC) implementados pela UFPA em tais ilhas são instrumentos sustentáveis porque respeitam as especificidades locais. Para comprovar a hipótese deste trabalho se adaptou o método do Barômetro da Sustentabilidade, definindo-se 5 dimensões (ambiental, social, econômica, político-institucional e técnico-operacional) e seus respectivos temas e indicadores de maneira a auxiliar a avaliação dessas Tecnologias Sociais. O método de ponderação de tendência à sustentabilidade desses sistemas permitiu constatar que, de uma forma geral, os SAACs se encontram em uma situação intermediária em relação à sustentabilidade. Sendo que a contribuição mais positiva para essa avaliação é proveniente da dimensão político-institucional, localizada em uma situação potencialmente sustentável, ratificando a potencialidade dessas tecnologias para direcionar comunidades rurais ao desenvolvimento local.

Palavras-chave: Amazônia; Tecnologias Sociais; Água de qualidade; Barômetro da Sustentabilidade; Desenvolvimento Local.

ABSTRACT

The islands Grande and Murutucu (areas) as well as in other areas of the Amazon river, the villagers do not have basic sanitation, which contributes to end up ingesting water from rivers without any treatment or pay for water quality dubious, a fact that reveals the existence of a trade before the right to potable water. Consequently, in the absence of water quality, this research has the basic assumption that the systems of rainwater (SAAC), built by UFPA the islands of Bethlehem are sustainable because they respect local specificities. To prove this hypothesis, this study has adapted the method of the Barometer of Sustainability, defining five dimensions (environmental, social , economic, political - institutional and technical-operational) and their respective themes and indicators in order to support the evaluation of Social Technologies. The method of sustainability assessment revealed that, in general, are SAACs an intermediate position in relation to sustainability. The most positive contribution to this assessment comes from the political- institutional dimension, located in a potentially sustainable situation, confirming the potential of these technologies to boost rural development for local communities.

Keywords: Amazon river; Social Technologies; Water quality; Barometer of Sustainability; rural development.

LISTA DE SIGLAS

AFAPIP - Associação de Agricultores familiares e de pescadores Artesanais das ilhas de Belém

ANA - Agência Nacional de Águas

BS – Barômetro da Sustentabilidade

CMMA – Conselho Municipal de Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CSD - Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável

DSR - Driving Force – State – Response

EDL - Escala de Desempenho Local

GPAC Amazônia – Grupo de Aproveitamento de Água de Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDIS - Instituto para o desenvolvimento do Instituto Social

IDRC - International Development Research Centre

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IUCN – World Conservation Union

OCDE - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento

pH – Potencial Hidrogeniônico

PSR - Pressure- State- Response

PVC – Cloreto de Polivinila

SAAC – Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva

SAM - System Assessment Method

TA - Tecnologia Apropriada

TC - Tecnologia convencional

TS – Tecnologia Social

TRC - Tempo de Retorno de Capital

UT – Unidade de Turbidez

VMP –Valor Máximo Permitido

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa do município de Belém com a localização geográfica da Ilha Grande e Ilha Murutucu	17
QUADRO 1 - Sistematização das etapas necessárias à implementação de Tecnologias Sociais.....	36
FIGURA 2 - Representação da sustentabilidade do estado de Rondônia pelo BS.....	45
QUADRO 2 - Escalas do <i>barometer of sustainability</i>	47
FIGURA 3 - Exemplo de sistema de aproveitamento de águas pluviais.....	53
FIGURA 4 - SAAC ilha Grande.....	54
FIGURA 5 - SAAC ilha Murutucu.....	54
FIGURA 6 - Detalhamento do SAAC instalado na Ilha Murutucu.....	55
FIGURA 7 - Dimensões dos telhados inclinados dos SAACs 1 e 2.....	56
FIGURA 8 - Detalhe da grelha e tela plásticas instaladas na entrada do bocal da calha dos SAACs 1 e 2.....	57
FIGURA 9 - Croqui do reservatório de autolimpeza.....	58
FIGURA10 - Telhado de uma casa padrão INCRA.....	67
FIGURA 11 - Operação de cálculo do Grau do Indicador Local na Escala do Barômetro da Sustentabilidade.....	85

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO1 - Estado de conservação dos telhados - ilha Grande.....	67
GRÁFICO 2 - Estado de conservação dos telhados - ilha Murutucu.....	67
GRÁFICO 3 - Interesse pelo SAAC ilha Grande.....	68
GRÁFICO 4 - Interesse pelo SAAC ilha Murutucu.....	68
GRÁFICO 5 - Percentual de municípios com CMMA segundo as grandes regiões e classes de tamanho da população dos municípios - 2008.....	74
GRÁFICO 6 - Box plot do parâmetro pH.....	79
GRÁFICO 7 - Disponibilidade dos moradores em realizar a limpeza dos SAACs.....	92
GRÁFICO 8 - Representação dos índices das dimensões da sustentabilidade – SAAC Ilha Grande.....	98
GRÁFICO 9 - Representação dos índices das dimensões da sustentabilidade – SAAC Ilha Murutucu.....	98

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Volumes de 1 mm de água de chuva e o volume que será desprezado.....	58
TABELA 2 - Dados para o diagrama de Rippl com dados pluviométricos do INMET para a Ilha Grande.....	59
TABELA 3 - Dados para o diagrama de Rippl com dados pluviométricos do INMET para a ilha Murutucu.....	60
TABELA 4 - Campanhas de coleta e valores de pH das amostras de água de chuva da atmosfera.....	64
TABELA 5 - Distribuição percentual por grupos de anos de estudo nas ilhas Grande e Murutucu.....	66
TABELA 6 - Comparação dos gastos com a compra de água e instalação dos SAACs nas ilhas Grande e Murutucu.....	70
TABELA 7 - Comparação dos gastos com a compra de água e redução de custos com a instalação dos SAACs nas ilhas Grande e Murutucu.....	71
TABELA 8 -. Valores de pH nos reservatórios inferiores do SAACs 1 e 2.....	78
TABELA 9 - Turbidez na água dos sistemas 1 e 2.....	80
TABELA 10 - Escala de Desempenho Local (EDL) de cada indicador e sua associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade (EBS) – SAAC Ilha Grande.....	81
TABELA 11 - Escala de Desempenho Local (EDL) de cada indicador e sua associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade (EBS) – SAAC Ilha Murutucu.....	83
TABELA 12 - Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respektivos Temas e Dimensões na Escala do Barômetro da Sustentabilidade – SAAC Ilha Grande.....	86
TABELA 13 - Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respektivos Temas e Dimensões na Escala do Barômetro da Sustentabilidade – SAAC Ilha Murutucu.....	88
TABELA 14 - Coliformes Totais na água dos sistemas 1 e 2.....	96
TABELA 15 - Escherichia Coli na água dos sistemas 1 e 2.....	96
TABELA 16 - Dados mensais de precipitação pluviométrica em Belém de 1962-2012.....	113

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	20
3 A GESTÃO AMBIENTAL E A PARTICIPAÇÃO POPULAR.....	23
3.1 A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	25
3.2 A GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E AS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS	26
4 TECNOLOGIAS SOCIAIS: UM NOVO MODELO TECNOLÓGICO	28
DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL.....	28
4.1 O MOVIMENTO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS E O NASCIMENTO	29
DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS.....	29
4.2 O CONCEITO DE TECNOLOGIA SOCIAL.....	32
4.3 CAPITAL SOCIAL, REDES SOCIAIS E GOVERNANÇA: O EMPODERAMENTO	33
DA POPULAÇÃO.....	33
4.4 ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS	35
5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	40
5.1 O BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE	44
6 ASPECTOS LEGAIS SOBRE O APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO BRASIL	49
7 DESCRIÇÃO DOS SAACs ILHA GRANDE E MURUTUCU	53
7.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO	56
7.2 CALHAS E CONDUTORES	56
7.3 GRADES	57
7.4 DISPOSITIVOS DE DESCARTE DOS PRIMEIROS MINUTOS DE CHUVA	57
7.5 RESERVATÓRIOS	58
8 METODOLOGIA.....	61
8.1 SELEÇÃO DE INDICADORES E ELABORAÇÃO DAS ESCALAS	63
DE DESEMPENHO LOCAL (EDL).....	63
8.1.1 DIMENSÃO AMBIENTAL	63
8.2.2 DIMENSÃO SOCIAL.....	65
8.3.3 DIMENSÃO ECONÔMICA.....	69
8.4.4 DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL	71
8.5.5 DIMENSÃO TÉCNICO-OPERACIONAL	77
9. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	85

9.1 DIMENSÃO AMBIENTAL	90
9.2 DIMENSÃO SOCIAL.....	90
9.3 DIMENSÃO ECONÔMICA.....	93
9.4 DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL.....	93
9.5 DIMENSÃO TÉCNICO-OPERACIONAL	95
9.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DOS SAACs.....	97
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104

1 INTRODUÇÃO

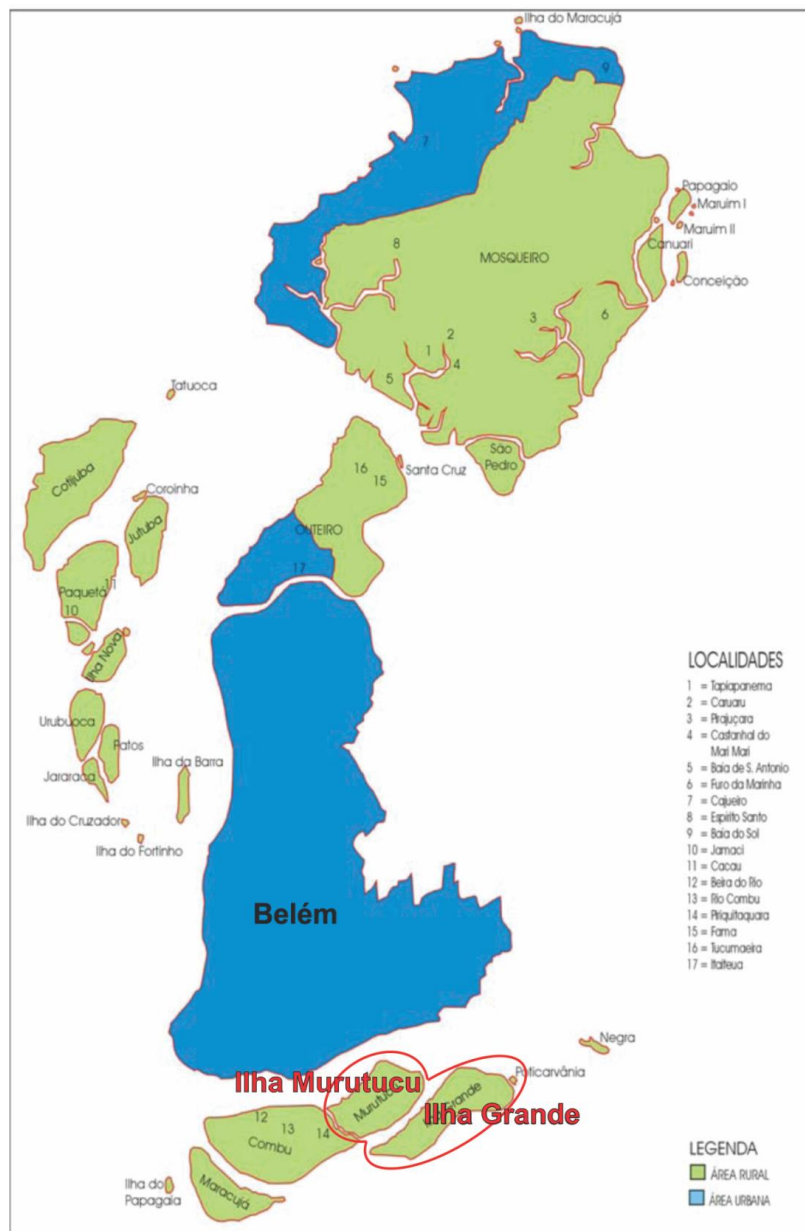
Um dos grandes desafios para a melhoria da qualidade de vida nas comunidades ribeirinhas da Região Norte é a melhoria de suas condições sanitárias. O município de Belém possui 39 ilhas, que correspondem a 65,64% do território, contudo, mesmo com essa representatividade territorial, essa área sofre com a ausência de políticas públicas eficientes capazes de prover serviços básicos de saúde, educação, saneamento básico, dentre outros, em virtude de ser concebida somente como reserva do território urbano (GUERRA, 2004; GONÇALVES; GUARÁ, 2010).

Por conseguinte, nas Ilhas de Belém a falta de saneamento básico obriga muitos moradores a ingerirem cotidianamente as águas dos rios sem nenhum tipo de tratamento. Para alguns ribeirinhos que possuem consciência do perigo que isso representa, fica a opção de buscarem água em outras comunidades, ou até mesmo pagarem a barqueiros para trazê-la de Belém ou outros lugares, fato este que transfere para as leis de mercado - oferta e procura - um direito básico do ser humano: o direito à água potável.

A falta de água de qualidade foi um fator decisivo para a realização de pesquisas nas áreas ribeirinhas de Belém pela Universidade Federal do Pará (UFPA) a partir do ano de 2008, mais precisamente nas ilhas Grande e Murutucu, estas estão situadas a 12,2 Km e 9,29 km ao sul de Belém, respectivamente, e são constituídas por solos hidromórficos (solo de várzeas), banhados pelas águas das marés diariamente. O clima da região se caracteriza por dois períodos: o mais chuvoso, que compreende os meses de janeiro a maio e o menos chuvoso, que vai de junho a dezembro. Conforme dados pluviométricos de 2003, a média anual é de 2.749,4 mm (AZEVEDO, 2005).

Tais pesquisas culminaram com a implantação, em 2011, de dois Sistemas de Aproveitamento de Água da Chuva (SAAC), um na ilha Grande e outro na ilha Murutucu (figura 1) por meio de uma parceria entre o Núcleo de Meio Ambiente (NUMA)/ Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local (PPGEDAM) e o Instituto de Tecnologia (ITEC)/ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), com o propósito de usar a água da chuva para viabilizar o acesso à água potável.

Figura 1. Mapa do município de Belém com a localização geográfica da Ilha Grande e Ilha Murutucu.



Fonte: Azevedo (2005).

Deste modo, diante da implementação de alternativas que possuem o propósito de suprir a falta de água de qualidade, apresenta-se o seguinte problema como principal motivador de realização desta pesquisa: os sistemas de abastecimento implantados em comunidades insulares do município de Belém são instrumentos viáveis de acordo com os aspectos ambientais, sociais, técnico-operacionais, econômicos e político-institucionais? A premissa deste problema de pesquisa assume os sistemas de abastecimento de água da chuva como Tecnologias Sociais, os quais seriam sustentáveis em virtude de respeitarem as

especificidades locais, e por conseguinte, permitirem a apropriação da alternativa pelos usuários.

Conforme Lassance e Pereira (2004), Tecnologias Sociais são instrumentos que visam responder às necessidades sociais, econômicas e ambientais reais. E toda tecnologia ao incorporar valores do contexto em que foi concebida, por meio do envolvimento dos diversos atores sociais, poderá promover a inclusão social (FONSECA, 2009).

Então, como o objetivo geral desta pesquisa é avaliar a sustentabilidade de sistemas de aproveitamento de água de chuva implantados pela UFPA nas ilhas Grande e Murutucu, Belém/PA para fins potáveis, e compreendendo-se a importância da participação da sociedade civil na gestão dos recursos naturais e a necessidade de sair do plano apenas discursivo no debate sobre desenvolvimento sustentável propiciado pelo uso de tecnologias, concebe-se a discussão sobre indicadores hidroambientais e gestão de águas pluviais, como temas de importância estratégica para alcançar a sustentabilidade em todas as suas dimensões.

Contudo, avaliar a sustentabilidade exige a adoção de critérios apropriados para acompanhar as mudanças ocasionadas pelos processos de intervenção no meio ambiente para não dar prosseguimento a práticas nocivas (MENDES, 2005; TAYRA; RIBEIRO, 2006; FENZL; MACHADO, 2009). Por conseguinte, este trabalho toma como objetivos específicos: 1. Propor um conjunto de indicadores que permita avaliar os sistemas de aproveitamento de água da chuva conforme as dimensões de sustentabilidade e guie processos de Gestão Ambiental mais sustentáveis; 2. Comparar e avaliar os resultados dos critérios quantitativos referentes aos sistemas de forma a evidenciar a conciliação da alternativa com as especificidades de cada localidade, tomando como base a adaptação do método do Barômetro da Sustentabilidade (BS).

A opção pela adaptação do BS se justifica pela versatilidade desta ferramenta porque além de não ser constituída por um número fixo de indicadores, ainda permite com que estes sejam escolhidos de acordo com o sistema a ser estudado (KRONENBERGER et al., 2008). Neste trabalho, a adaptação do BS possibilitou a reunião de 16 indicadores organizados em 10 índices temáticos (Água da Chuva, Tratamento de Efluentes, Educação, Habitação, Aceitabilidade, Manutenção, Investimentos e Benefícios, Organização Social, Volume de Água do SAAC, Qualidade de Água do SAAC) e cinco dimensionais¹ (ambiental, social,

¹ Cada índice temático corresponde à média aritmética dos valores dos indicadores que o constituem, enquanto o índice dimensional corresponde à média aritmética dos índices temáticos que compõem determinada dimensão.

econômico, político-institucional e técnico-operacional), de maneira a auxiliar a avaliação dos SAACs e, conseqüentemente, a comunidade em geral e os tomadores de decisão do setor público e privado na formulação de políticas públicas de saneamento que direcionem essas comunidades ao desenvolvimento local.

2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Desde o início da Revolução Industrial, os problemas ambientais e socioeconômicos decorrentes desse novo tipo de sociedade desencadearam as primeiras reações críticas por parte de autores dissidentes e movimentos, contudo essas reações permaneceram marginais até poucas décadas atrás, em virtude das correntes centradas no produtivismo (BARBIERI et al., 2010).

Neste cenário de crescimento das pressões humanas sobre o meio ambiente e interferência direta na qualidade de vida dos povos, cresce a preocupação com a problemática ambiental, e, por conseguinte, cresce o chamado "movimento ambientalista". A concepção de que era necessário um desenvolvimento que considerasse a preservação e conservação ambiental estava presente nas discussões e documentos de conferências internacionais, condições que favoreceram o surgimento, no início da década de 1970, do conceito normativo de *desenvolvimento sustentável* (DS) com o nome de *ecodesenvolvimento* (BARBEIRI, 2011).

De acordo como Portilho (s/d), esse processo de "ecologização da sociedade" é uma tendência histórica da sociedade ocidental e nenhum país estará imune a ele. Ultrapassadas as correntes preservacionistas e conservacionistas do movimento ecológico original, o chamado socioambientalismo rompe radicalmente com as proposições anteriores e o discurso ecológico original incorpora em seus debates e proposições a necessidade tanto de mudança dos padrões de produção quanto de redução do consumo na análise da situação ambiental.

“A sustentação de uma população humana somente pode ocorrer dentro dos limites da capacidade de suporte humano, ou seja, a densidade populacional que pode ser mantida por um prazo indefinido utilizando-se uma dada tecnologia produtiva e gozando de um determinado nível de consumo” (FEARNSIDE, 1993, p.449).

Esta mudança de rumo aponta para a consideração do longo prazo e dos direitos das gerações futuras, contrariando o imediatismo ditado pelo sistema de produção.

Fenzl e Machado (2009) afirmam que, apesar das críticas ao modelo de desenvolvimento se concretizarem nos anos 70, foi somente na década de 80 que as discussões sobre os impactos ambientais associados ao sistema econômico e as diversas concepções sobre o desenvolvimento sustentável ganharam espaço na literatura popular e científica. Dentre os trabalhos que marcaram os debates acerca do desenvolvimento

sustentável podemos citar: Os Limites do Crescimento (1972), o Relatório Brundtland (1987) e Além dos Limites do Crescimento (1997).

Entretanto, na oposição à racionalidade ecológica, a racionalidade econômica nega a necessidade da imposição de limites, afirmando, até mesmo, que a percepção da possibilidade de esgotamento dos recursos naturais pode funcionar como um incentivo ao desenvolvimento tecnológico, oferecendo soluções, sobretudo, por meio da competitividade empresarial que estimularia o uso de tecnologias limpas e o desenvolvimento de produtos "verdes"- concepção da economia neoclássica (PORTILHO, s/d).

Em meio a muitas controvérsias, a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano e as reuniões preparatórias favoreceram a disseminação de um novo entendimento à respeito da relação entre meio ambiente e desenvolvimento. Cumpre observar que os países foram direcionados a perspectivas que integrem a preocupação ambiental, nos discursos e nas práticas governamentais. Com essa nova ordem jurídica, os Estados mostraram-se inclinados a mudar sua postura em relação à forma de lidar com a política, economia, recursos naturais, cultura, saúde e efetivação dos direitos humanos.

Atualmente, o desenvolvimento pregado pelos Estados nacionais contesta a lógica economicista e inclui as dimensões social, política e cultural (BARBIERI, 2011). E com a percepção de que os recursos naturais podem ser esgotar, além das dimensões social, política e cultural, passou-se a considerar os aspectos ambiental e econômico. Todas estas dimensões foram incorporadas ao conceito de sustentabilidade em virtude da preocupação com a qualidade de vida e atendimento das necessidades de todos os seres humanos (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

No entanto, em virtude conceito de DS seguir diretrizes vagas, surgem questionamentos sobre a definição deste, tendo em vista que no decorrer dos anos o conceito foi interpretado e definido conforme interesses específicos. Para Fenzl e Machado (2009), a solução para as divergências relacionadas ao conceito de DS partiria da compreensão da sociedade humana como sistema complexo, visto que está longe de obedecer à lógica mecanicista das ciências tradicionais.

Alguns autores como Sachs (1993) e Guimarães (1994) chamam a atenção para a necessidade de tal conceito contemplar vários aspectos da inter-relação meio ambiente e desenvolvimento denominados por estes autores de dimensões da sustentabilidade.

Para Guimarães (1994) sustentabilidade apresenta quatro dimensões: *ecológica*, referente à base física do desenvolvimento, isto é, a manutenção dos recursos naturais; *ambiental*, reporta-se a capacidade de recomposição da natureza frente às ações antrópicas; *social*, concernente à resolução dos graves problemas de desigualdade e exclusão social; e *política*, relacionada à participação plena das pessoas em processos decisórios durante a construção de projetos de desenvolvimento.

Já conforme Sachs (1993), o conceito de sustentabilidade se fundamenta em cinco pilares (social, econômico, ambiental, territorial e político) que também dão base a este trabalho de pesquisa. 1. *dimensão social*, entendida como a criação de um processo de desenvolvimento que não se baseia na racionalidade econômica, pois objetiva atender os direitos e melhorar as condições de vida das populações; 2. *dimensão econômica*, seria concretizada por meio do gerenciamento mais eficiente dos recursos e investimentos considerando principalmente os critérios macrossociais do que microempresariais; 3. *dimensão ambiental*, partiria da adoção de medidas para reduzir a exploração e utilização de recursos naturais por meio da maior eficiência no uso desses recursos e consequente diminuição na produção de resíduos; 4. *dimensão territorial*, contemplaria a busca pelo equilíbrio na relação território urbano-rural e melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e atividades econômicas; e 5. *dimensão política*, teria como base uma governança democrática, incluindo a participação de todo cidadão, fortalecendo as liberdades democráticas.

Para Leff (2011), a crise causada pelo crescimento econômico induz a uma necessidade de se fundar um desenvolvimento alternativo sobre outros valores éticos. Consequentemente, o mesmo autor convoca todo indivíduo a construir uma nova racionalidade, capaz de orientar as formas de desenvolvimento para eliminar a pobreza crítica e passar da sobrevivência à melhoria da qualidade de vida. Essa nova racionalidade social se alicerça na sustentabilidade e no processo participativo da gestão ambiental, de forma a satisfazer as necessidades básicas das populações e respeitando sua diversidade cultural.

3 A GESTÃO AMBIENTAL E A PARTICIPAÇÃO POPULAR

A gestão ambiental, de acordo com Maimon (1996 apud Barbisan et al. , 2010), torna-se uma ferramenta significativa na criação de condições socioeconômicas de sustentabilidade e atendimento das necessidades básicas de toda população nas instituições privadas e públicas. Por meio dela é possível a mobilização das organizações para se ajustar à promoção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

No caso da gestão pública, a prática da gestão ambiental apresenta algumas características diferenciadas. O Estado tem papel fundamental na consolidação do desenvolvimento sustentável porque ele é o responsável pelo estabelecimento de leis ambientais que devem ser seguidas por todos, inclusive pelo setor privado que, em seus processos de produção de bens e serviços se utiliza dos recursos naturais. Porém a participação da sociedade civil organizada e demais membros da população é importante para o estabelecimento de políticas que regulem o uso desses recursos e, ao mesmo tempo, atendam suas necessidades.

A percepção de planejamento e gerenciamento integrado e sustentável dos recursos naturais partiu da redescoberta de que gerar crescimento econômico não é suficiente. Atualmente se pensa, cada vez mais, se o desenvolvimento econômico está realmente sendo direcionado para a promoção do desenvolvimento humano (OLIVEIRA, 2002; SACHS, 1993).

No âmbito de qualquer política territorial de desenvolvimento, existem estruturas locais organizadas na forma de conselhos, grupos ou outras modalidades de intervenções participativas que são a base tanto para a transformação de atitudes individuais e grupais com relação ao uso de recursos como para o fomento a novas formas de organização social. A organização dos atores sociais propicia a participação principalmente daqueles que até então se encontravam excluídos de processos sociais e econômicos (ABRAMOVAY, 2005).

“Por isso a participação comunitária em cada local torna-se relevante no sentido de garantir a viabilidade e a legitimidade das iniciativas de desenvolvimento” (COMPANHOLA; SILVA, 2000, p.18).

De acordo com Gonçalves e Guará (2010), pesquisas demonstram que a existência de capital social por meio da presença de associações, organizações, escolas, empresas, igrejas,

grupos culturais etc., faz a diferença para o desenvolvimento humano e social, pois aumenta a confiança e a sensação de proteção social.

Deste modo, acredita-se que os habitantes das ilhas Murutucu e Grande por meio dos seus diversos grupamentos (Associação dos moradores da ilha Grande, Associação de Mulheres das ilhas, Colônia de pescadores das ilhas de Belém, Associação dos moradores da ilha Murutucu, Associação dos catadores de açaí, Associação de Agricultores familiares e de pescadores Artesanais das ilhas de Belém- AFAPIP) podem ser organizar em torno do sistema de aproveitamento de água da chuva (SAAC) de forma a propiciar melhorias na qualidade de vida da população local.

Conforme Bonilha e Sachuk (2011), a implementação de Tecnologias Sociais, como política ambiental, constitui estratégia de gestão ambiental porque parte do conhecimento e respeito à realidade local, promovendo a transformação da identidade dos indivíduos ao possibilitar a ressocialização de pessoas excluídas por meio da apropriação de tecnologias que englobam conhecimentos técnico-científicos e consuetudinários, além de difundir a concepção de uso racional dos recursos naturais como forma de melhorar a qualidade de vida dos habitantes. Contudo, “qualquer programa ou projeto de desenvolvimento deve respeitar as particularidades locais² - sociais, culturais, econômicas e ambientais [...]” (COMPANHOLA; SILVA, 2000, p.21).

Assim sendo, “a promoção do meio de vida sustentável deve se tornar parte da linha mestra da estratégia de desenvolvimento e não pode ter sucesso sem a participação dos grupos e das comunidades” (SACHS, 1993, p.39). A participação popular tendo em vista os interesses coletivos da sociedade é o primeiro passo para a transformação da relação verticalizada entre eleitos e cidadãos e para superar as dificuldades em tornar políticas públicas em realidade. Porém, é importante que a participação da sociedade civil e da população em geral em processos decisórios ocorra desde o início de cada processo de formulação de políticas ambientais, e não em fases tardias desse processo, como em audiências públicas.

² “O local não tem apenas uma conotação física, mas representa um conjunto de relações econômicas, sociais e culturais que lhe conferem características individuais que diferenciam um local do outro” (COMPANHOLA; SILVA, 2000, p.11).

“A formulação e a implementação de políticas ambientais dependem de uma cadeia de agentes sociais, cujos elos vão desde o Estado e os agentes públicos, a academia e os cientistas, os setores econômicos, os meios de comunicação até a sociedade civil organizada e a população em geral” (SIQUEIRA, 2008, p.425 e 426).

Destarte, o desenvolvimento idealizado a partir das dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica, social e política), possui a dimensão política como essencial ao desenvolvimento sustentável, visto que “não é possível atender a todos estes requisitos de sustentabilidade se não através da ampliação dos espaços da cidadania que, por sua vez, exige a manutenção de regimes democráticos e o aperfeiçoamento constante de suas instituições” (BARBIERI, 2011, p.41).

3.1 A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água doce como recurso renovável, mas finito, está distribuída, quantitativa e qualitativa, não uniformemente no tempo e espaço, condição que induziu o ser humano a tentar modificar o meio em que vive em virtude de sua variabilidade e condição de recurso estratégico.

Com o passar dos anos, o Estado percebeu a necessidade de repartir com a sociedade a responsabilidade da gestão dos recursos hídricos em vista da sua manutenção e busca de seu uso equilibrado e sustentável (FREIRE; RIBEIRO, 2001). Consequentemente, a partir da década de 1980, a gestão dos recursos hídricos no Brasil, seguindo uma tendência mundial, passou a se apoiar na sustentabilidade ambiental, social e econômica; na busca de leis mais adequadas e espaços institucionais compatíveis; e na formulação de políticas públicas que agregassem toda a sociedade.

“Nas duas últimas décadas, foram desenvolvidos mecanismos e ações voltadas para tornar a água de boa qualidade disponível para as gerações atuais e futuras, diminuir os conflitos do uso da água e ampliar a percepção da conservação da água como um valor social e ambiental de alta relevância” (BRASIL, 2009, p.9).

Assim, ao se analisar de acordo com a história as alterações ocorridas na legislação ambiental do país, observa-se que a grande mudança foi o sancionamento da Lei das Águas, a Lei 9.433/97, que disciplinou a gestão dos recursos hídricos, apresentando-se como um conjunto formado por princípios, instrumentos e elementos integrantes de um novo modelo administrativo, que busca promover uma gestão descentralizada e participativa do recurso.

Para Souza (1998), o uso desses instrumentos jurídicos resultou na sensibilização de que as questões ambientais também fazem parte das necessidades dos cidadãos, estimulando a gestão social através de um gerenciamento participativo, em que o processo decisório é exercido por diferentes atores sociais.

3.2 A GESTÃO DE ÁGUAS PLUVAIS E AS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS

O aproveitamento da água da chuva concebido como uma estratégia de gestão ambiental, além de direcionar ao uso racional e conservação dos recursos hídricos em geral, porque permite compreender as limitações dos recursos naturais, favorece a elaboração de planos de desenvolvimento rural economicamente viáveis, socialmente justos e ecologicamente sustentáveis por meio da definição de áreas com demanda de “colheita” de água de chuva (GNADLINGER, 2000).

A captação e manejo da água de forma eficaz requerem a aproximação entre desenvolvimento socioeconômico e proteção dos ecossistemas naturais, além de uma manutenção atuante desde sua fonte de captação até a chegada ao ponto de consumo, por isso é importante a participação de usuários, planejadores e formadores de opinião para a proposição de ações sociopolíticas, institucionais e tecnológicas comprometidas em buscar alternativas compatíveis às diversas realidades (GNADLINGER, 2000; VELOSO, 2012).

A transição para a sustentabilidade requer uma geração de conhecimentos, saberes e ações práticas por meio da troca de experiências e do diálogo de saberes entre os diversos espaços institucionais, grupos científicos, programas acadêmicos e ações cidadãs nos quais participam os diversos atores sociais que confluem na construção de sociedades sustentáveis (LEFF, 2010, p. 117).

Deste modo, tomando como exemplo os sistemas de aproveitamento de água da chuva (SAAC) e considerando a definição de Tecnologias Sociais por vários pesquisadores (BAVA, 2004; FONSECA, 2009; DAGNINO, 2010), o que diferencia o SAAC de uma tecnologia convencional de abastecimento de água, não é somente a proposição de um relacionamento mais equilibrado entre a sociedade e o meio ambiente e a garantia de acesso da população a um serviço básico - abastecimento de água potável - mas o processo de desenvolvimento e

reelaboração da metodologia científica³ pela comunidade ou junto a ela na busca de soluções para problemas vivenciados cotidianamente.

³ Entende-se por metodologia científica a definição do problema, formulação de hipóteses, produção de conceitos norteadores, além de sua avaliação e possibilidade de reaplicação (ANDI, FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, PETROBRÁS, 2006)

4 TECNOLOGIAS SOCIAIS: UM NOVO MODELO TECNOLÓGICO DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

A palavra tecnologia é definida como um conjunto organizado de técnicas, artefatos e conhecimentos aplicados aos vários domínios das atividades humanas” (ANDI, FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, PETROBRÁS, 2006, p.14), sendo concebida atualmente pelo senso comum como tudo o que há de mais moderno em termo de instrumentos utilizados nas atividades humanas, e ao mesmo tempo inacessível à maior parte da população.

As tecnologias mesmo associadas ao progresso da humanidade, sempre ficaram a serviço dos grupos econômicos dominantes e dos agentes de mercado. Não atingiram as classes menos favorecidas, acelerando o acúmulo de capital, e por conseguinte, o desemprego, a pobreza, a desigualdade, a exploração e degradação dos recursos naturais. Ao invés de exercerem o protagonismo na resolução de problemas que afligem a sociedade, reproduzem a lógica capitalista, acabando por acentuar a exclusão social e os impactos ambientais (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004)

“Nunca antes o poder havia se concentrado em tão poucas e poderosas mãos” (BAVA, 2004, p.103). Contudo, para o mesmo autor, mesmo o poder dos agentes de mercado sendo um poder hegemônico, este não é absoluto, porque provoca a organização de movimentos sociais e políticos contrários, que lutam por uma economia que esteja a serviço da sociedade a partir da busca de formas alternativas de desenvolvimento e organização que têm como base a solidariedade, inclusão social, equidade e preservação ecológica.

O movimento de negação do modelo de desenvolvimento dominante acredita, em relação ao desenvolvimento tecnológico, que existam duas perspectivas: uma que deseja que os avanços tecnológicos atinjam a todos os segmentos sociais, de modo a resolver os problemas de ordem socioeconômica e ambiental, e outra adepta de um caminho alternativo, defensora de um modelo tecnológico específico para enfrentar problemas sociais que atingem a maioria das nações (ANDI; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; PETROBRÁS, 2006).

Entretanto, a primeira perspectiva é um cenário ideal, visto que o conhecimento de desenvolvimento e produção é inacessível à maioria da população, além disso, devemos considerar que apesar de muitos lugares apresentarem os mesmos problemas socioeconômicos e ambientais (desemprego, ausência de saneamento ambiental, serviços públicos precários, etc), estes lugares apresentam características peculiares (vegetação, clima, cultura, etc).

Assim, este trabalho de pesquisa adota a segunda perspectiva de desenvolvimento tecnológico⁴, defensora de uma nova configuração social a partir da apropriação de novas técnicas e metodologias, pois se entende que para atingir o desenvolvimento científico e tecnológico não basta ter acesso aos avanços, mas que estes estejam de acordo com as reais necessidades de uma população.

É precisamente nesse contexto que se integra a Tecnologia Social, tecnologia que visa a responder às necessidades sociais, econômicas e ambientais reais. A valorização dessas diferentes alternativas, que começaram a encontrar espaço em nível local e global, mostra-se como a direção mais factível para alcançar um mínimo de equilíbrio social e ambiental ao longo das próximas décadas. Em razão deste contexto, crescem as exigências no âmbito de cada nação, assim como em nível global acerca da construção de macropolíticas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

4.1 O MOVIMENTO DAS TECNOLOGIAS APROPRIADAS E O NASCIMENTO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS

As Tecnologias Sociais (TSs) correspondem a um movimento iniciado a partir da necessidade de geração de conhecimento para a inclusão. Este movimento denominado de Tecnologias Apropriadas possui como adeptos um grande número de pesquisadores que se dedicam ao campo das tecnologias alternativas desde a década de 1960 (DAGNINO, 2010).

No entanto, conforme Dagnino, Brandão e Novaes (2004), o berço das Tecnologias Apropriadas (TAs) foi a Índia ainda no século XIX, e Gandhi foi o seu idealizador e difusor. Ainda de acordo com os mesmos autores, o objetivo de Gandhi era libertar a sociedade hindu da opressão britânica por meio do melhoramento de uma tecnologia tradicional (roca de fiar manual) que propiciasse a transformação da sociedade a partir do fomento a um crescimento endógeno.

Ao longo dos anos as TAs - tecnologias que procuravam combinar elementos tanto das tecnologias tradicionais quanto das tecnologias convencionais - receberam diversas denominações (RODRIGUES; BARBIERI, 2008; DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004). Schumacher, em 1979, por exemplo, utilizou o nome de *tecnologia Intermediária*;

⁴ A segunda perspectiva de desenvolvimento tecnológico contra hegemônico segue o mesmo enfoque de Enrique Leff (2010) que defende que o desenvolvimento sustentável deve ser pautado em uma nova racionalidade, denominada por ele de “racionalidade ambiental”.

Dickson, no ano de 1974, chamou sua proposta de *tecnologia alternativa*; e Clarke, em 1976, qualificou de *tecnologia suave* (RODRIGUES; BARBIERI, 2008). Contudo, conforme Dagnino, Brandão e Novaes (2004), o nome que mais se difundiu foi *Tecnologia Apropriada*.

A TA teve seu auge nas décadas de 1960 e 1970 (RODRIGUES; BARBIERI, 2008). Durante este período, vários pesquisadores de países desenvolvidos buscavam tecnologias capazes de resolver problemas sociais e ambientais. Primeiramente, buscaram tecnologias que funcionassem como solução às mazelas sociais dos países subdesenvolvidos (principalmente em países da África, Ásia e alguns países da América Latina), contudo, em um segundo momento, o desenvolvimento de TAs também possuía o intuito de substituir as Tecnologias Convencionais (TC)⁵ para atender a mercados compactos em países desenvolvidos (THOMAS, 2009).

Ainda segundo Thomas (2009), dentre as características mais citadas das TAs e que marcam a primeira fase desse movimento social estão: a pequena escala de produção (familiar ou comunitária); economia no uso dos recursos naturais; baixa complexidade; replicação, tecnologias maduras (de um forma geral as tecnologias eram importadas de países desenvolvidos); baixo custo; mão de obra intensiva, pois um dos objetivos das TAs é resolução do desemprego causado pela tecnologia convencional; desenvolvidas por especialistas.

A partir da década de 1980 o movimento das TAs foi alvo de muitas críticas, dentre estas se destacam: 1. A concepção neutra e determinista que as TAs difundiam - diversos cientistas já defendiam que as tecnologias carregam valores e interesses predominantes do ambiente no qual foram desenvolvidas; 2. Enfoque antimodernista - pesquisadores dos países desenvolvidos acusavam seus colegas pesquisadores de exportarem tecnologias obsoletas para os países subdesenvolvidos, criando o “mercado de tecnologias para os pobres do 3º mundo”; 3. Soluções paliativas - as TAs somente possuíam a função de resolver problemas pontuais, não resolviam o problema da exclusão social (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004; RODRIGUES; BARBIERI, 2008).

De acordo com Dagnino (2002), de uma maneira geral, os propositores do movimento das TAs apoiavam a importação de tecnologias de países desenvolvidos - algumas consideradas como obsoletas nesses países - com o intuito de que pudessem servir aos países

⁵ Tecnologia que reproduz a lógica capitalista ao promover o acúmulo de capital pelos grupos econômicos dominantes, aumentando a desigualdade e exclusão social (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004).

com menor grau de desenvolvimento. Rodrigues e Barbieri (2008) inferem que a imagem de atraso das TAs talvez possa ser explicada por esse fato.

Para Dagnino, Brandão e Novaes (2004, p.57), como “[...] a inovação tecnológica - e por extensão a TS - não pode ser pensada como algo que é feito num lugar e utilizado em outro, mas como um processo desenvolvido no lugar onde essa tecnologia vai ser utilizada, pelos atores que vão utilizá-la”, em muitos lugares em que as TAs foram implantadas, os usuários não se apropriaram, o que levou a inutilização dessas tecnologias.

[Além disso,] [...] durante a década de 1980, foi verificada diminuição relativa do apoio das agências internacionais de cooperação e, consequentemente, do número relativo de experiências. No entanto, alguns países – em particular, Índia e China – continuaram com o desenvolvimento dessas experiências (THOMAS, 2009, p.38).

Todavia, no fim da década de 1990, com o ressurgimento dos enfoques econômicos vinculados à teoria do desenvolvimento sustentável, a produção de tecnologias apropriadas ganhou destaque novamente no cenário mundial. Em alguns casos, essas tecnologias receberam o nome de Tecnologias Sociais (THOMAS, 2009).

Segundo Rodrigues e Barbieri (2008), a palavra social do termo “Tecnologias Sociais” se deve ao fato de serem tecnologias criadas para a resolução de problemas como a falta de água tratada, alimentação, educação, saúde ou renda. Sendo que, ainda, refere-se à necessidade de que sejam apropriadas *para e pela* comunidade, de modo a mudar comportamentos, atitudes e práticas que proporcionem transformações sociais.

“A Tecnologia Social pensa o problema como uma inadequação sociotécnica⁶, isto é, uma inadequação no processo interativo entre tecnologia e sociedade, que gera fenômenos relacionais que denominamos problemas sociais” (FONSECA, 2009, p.145-146). A TS recoloca a tecnologia como uma construção coletiva com e para a população-alvo, de tal modo que esta deve se apropriar da tecnologia e provocar em si mesma as transformações. “[...] Sem participação social o processo de inovação tende a tomar um rumo altamente concentrador” (ABRAMOWAY, 2005, p.4).

⁶ Uma abordagem sociotécnica tende a focar as relações problema-solução a partir de uma visão sistêmica. Esta visão sistêmica possibilita a aparição de nova forma de conceber soluções sociotécnicas (a resolução de um déficit de energia em uma comunidade, por exemplo, permite com que haja um sistema de conservação de alimentos, o que consequentemente poderá possibilitar a comercialização do excedente). Assim sendo, talvez seja mais conveniente falar de Sistemas Tecnológicos Sociais de que TSs (THOMAS, 2009).

Dito de outro modo, a tecnologia social implica a construção de soluções de modo coletivo pelos que irão se beneficiar dessas soluções e que atuam com autonomia, ou seja, não são apenas usuários de soluções importadas ou produzidas por equipes especialistas, a exemplo de muitas propostas das diferentes correntes da tecnologia apropriada (RODRIGUES; BARBIERI, 2008, p.1075).

Dagnino (2010) relata que diferentemente do que ocorreu com as TAs, em que as inferências inerentemente autocentradas e precárias foram feitas a partir do ambiente acadêmico, o movimento atual denominado de Tecnologias Sociais está sendo ressignificado por alguns grupos latino-americanos mediante estudos das demandas cognitivas e a proposição de soluções tecnológicas resultantes de parcerias entre instituições de pesquisa, movimentos sociais, órgãos do governo, comunidades locais.

4.2 O CONCEITO DE TECNOLOGIA SOCIAL

Toda tecnologia incorpora valores do contexto em que foi concebida, e sua aplicação, por conseguinte, será fortemente condicionada por esses valores. Assim se presume que, pela incorporação de valores, o sistema de aproveitamento de água da chuva (SAAC) poderá promover a inclusão social por meio de uma nova lógica para a relação ciência-tecnologia-sociedade.

Deste modo, surge a questão: como definir o que é uma TS, sabendo que a relação e o envolvimento dos atores sociais são intrínsecos ao processo de reaplicabilidade e implementação dessas tecnologias, consoante Fonseca (2009)?

Uma diversidade de definições sobre TS foram acumuladas durante os últimos 50 anos (THOMAS, 2009). Porém, consoante o mesmo autor (THOMAS, 2009), as novas conceituações propiciadas pelos campos da sociologia da tecnologia, da análise de políticas, da filosofia da tecnologia e da economia da mudança tecnológica, permitiram com que as TSs comessem a ser concebidas como processos de mudanças tecnológica e social (adequação sociotécnica), ou seja, processos de ressignificação⁷ e democratização das tecnologias.

No Brasil, conforme Thomas (2009), no ano de 2001 foi desenvolvido o Banco de Tecnologias Sociais, este contexto propiciou a criação em 2005 da Rede de Tecnologia Social

⁷ “A noção de ressignificação de tecnologias parece mais adequada para dar conta do complexo processo de retribuição de sentidos dos componentes tecnológicos, no marco de dinâmicas locais de construção de funcionamento e coconstrução das interações entre usuários e componentes” (THOMAS, 2009, p.59).

(RTS) nacional. Tais iniciativas apoiadas pela Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social do Ministério de Ciência e Tecnologia, Fundação Banco do Brasil (FBB) e Petrobras levaram a uma reconceitualização do termo Tecnologia Social, sendo a terminologia “replicação” substituída por “reaplicação” em virtude de se considerar que as TSs devem ser adaptadas e aperfeiçoadas conforme as peculiaridades do lugar em que for implantada.

A partir da ressignificação do conceito de TSs por meio da adoção do termo reaplicação, tanto a FBB quanto a RTS nacional definem que: “Tecnologias Sociais são produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social” (fontes: FBB; RTS nacional).

Como pode ser percebido, a adoção do termo e conceito “reaplicação” constitui uma contribuição significativa para o processo de desenvolvimento e implementação de TS porque torna a participação coletiva e o respeito às peculiaridades locais características inerentes ao processo de desenvolvimento social a partir de TSs.

4.3 CAPITAL SOCIAL, REDES SOCIAIS E GOVERNANÇA: O EMPODERAMENTO DA POPULAÇÃO

O avanço do conceito de Tecnologias Sociais (TS) ocorre concomitantemente aos avanços de outros conceitos que também lhes são complementares, dentre esses conceitos pode ser citado o de Capital Social (RODRIGUES; BARBIERI, 2008).

Marcos Kisil, presidente do Instituto para o desenvolvimento do Instituto Social (IDIS), afirma que:

“(...) a Tecnologia Social é um instrumento que pode aumentar o capital social, humano e econômico de uma comunidade. Fortalecida e organizada, a população tem muito mais chances de resolver os seus problemas. A articulação de pequenos produtores de caju em uma cooperativa de beneficiamento e processamento da castanha, por exemplo, pode gerar impacto também em áreas como educação e saúde. Depois de organizadas, a comunidade sente-se mais capacitada a fiscalizar e cobrar o poder público – o que é fundamental para o desenvolvimento” (ANDI; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; PETROBRÁS, 2006, p.56).

Rattner (2003) informa que, nos últimos anos, o conceito de Capital Social tem ocupado espaço crescente em virtude da constatação da necessidade de uma nova política social, que ao invés de remediar os efeitos destrutivos da lógica de acumulação, reformule as práticas de

desenvolvimento. Consoante o mesmo autor (RATTNER, 2003), evidencia-se o crescimento da percepção do ser humano como ator social e da importância que a eficiência social coletiva, por meio do apoio mútuo e solidariedade, possui para se atingir um novo tipo de desenvolvimento.

Neste contexto, as Tecnologias Sociais, vistas como tecnologias alternativas, tendem a se tornar importante mecanismo de desenvolvimento de comunidades locais - um processo que, por sua vez, acaba tendo impacto efetivo sobre as estruturas de poder instaladas. É exatamente isso que vem acontecendo com a disseminação de cisternas entre as comunidades do semiárido brasileiro. Essa tecnologia tem contribuído para emancipar um povo que durante anos conviveu com o uso político da seca, ficando submetido aos fornecedores de água (ANDI; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; PETROBRÁS, 2006).

Contudo, segundo Fonseca e Serafim (2010), para consolidar a ideia de Tecnologia Social como estratégia de desenvolvimento e inclusão social é essencial integrar os atores que atuam no aparelho do Estado, isto é, os fazedores de política, os segmentos da sociedade civil e universidades/institutos de pesquisa. Tendo em vista, conforme Bava (2004), que experiências inovadoras devem ser valorizadas porque podem representar processos de construção de novos paradigmas e novos atores sociais, fortalecimento da democracia e da cidadania, além de proporcionarem resultados que estimulam a melhoria da qualidade de vida.

“Um dos exemplos atuais que sinalizam a importância da participação político-social das comunidades envolvidas nos projetos de desenvolvimento local é o da Articulação do Semiárido, uma rede de mais de setecentas entidades da sociedade civil, com seu programa de 1 milhão de cisternas (...)” (BAVA, 2004, p.114). Outro exemplo emblemático da participação de atores sociais na difusão de TS, que teve imenso impacto social, é o soro caseiro. Esta tecnologia articulou 350 mil mulheres em 3.000 localidades brasileiras por meio da atuação em redes com a Pastoral da criança (DOWBOR, 2009).

Conforme Tomaél, Alcará, Di Chiara (2005) as redes sociais⁸ se caracterizam por estruturas não lineares, descentralizadas, flexíveis, sem limites definidos e autoorganizáveis, estabelecidas por relações horizontais de compartilhamento de informação e realização de ações articuladas pelos diversos atores.

⁸ Tomaél, Alcará e Di Chiara (2005) definem redes sociais como estratégias utilizadas por pessoas, grupos, organizações ou comunidades para o compartilhamento de informação e conhecimento, mediante as relações entre atores que as integram de forma a facilitar o processo de inovação.

De acordo com Minhoto e Martins (2001), nas redes sociais os atores estabelecem elos e se inter-relacionam possuindo propósitos comuns, mas desempenham atividades específicas. “Una red, por definicion, no tiene centro, sino nodos, de diferentes dimensiones y con relaciones inter-nodales que son frecuentemente asimetricas. Pero, en ultimo termino, todos los nodos son necesarios para la existencia de la red” (CASTELLS, 1998, p.11).

Ainda conforme Minhoto e Martins (2001, p.86), a estratégia de inserção em redes parte do “reconhecimento de que nenhuma organização contempla em si mesma todos os recursos e competências necessários a uma oferta compatível com a demanda”.

“O significado de rede é construído na superação de conflitos e no sentimento de pertença ao grupo e se solidifica na construção do projeto coletivo” (BRITO, 2006, p.4). Assim sendo, um processo de desenvolvimento em que todos os atores sociais acordam o respeito a objetivos definidos de desenvolvimento, compartilhando investimentos, finanças e recursos humanos para se alcançar os objetivos predefinidos, é definido como governança.

“Os critérios de governança são constituídos por elementos fundamentais que devem ser observados no processo de articulação da rede de desenvolvimento, como: confiança, cooperação, relacionamentos, inovação, disseminação da informação, conhecimento, características econômicas, sociais, geopolíticas, incluindo os mecanismos que compõem a rede de desenvolvimento” (GOEDERT; ABREU, 2005, p.8).

Deste modo, a participação social se torna aspecto central da dimensão política desse novo modo de conceber o desenvolvimento. Esse aspecto referente à apropriação de conhecimentos, seus usos e reaplicações, além de possibilitar a diferenciação de TS e TA, extingue a possibilidade de apropriação privada de produtos, processos ou técnicas por meio patentes de invenção, modelo de utilidade, marcas etc., porque todo conhecimento passa a ser de domínio público (RODRIGUES; BARBIERI, 2008).

4.4 ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS

A Tecnologia Social, fundamentada na Teoria da Inovação⁹, permite pensar em processos de construção, uso e difusão da tecnologia com intensa participação dos atores interessados. Isso permite compreender que uma dada tecnologia pode ser adaptada ou

⁹ A Teoria da Inovação defende que o processo de inovação deve possuir como base a interação entre os atores sociais (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004).

recriada de acordo com valores e aspectos da comunidade a ser atendida (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004). Por conseguinte, alguns autores e instituições (LASSANCE JÚNIOR; PEDREIRA, 2004; FONSECA, 2009; DIAS; NOVAES, 2010, FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL) definem a reinvenção da TS para cada local, a partir de uma base metodológica e técnica adequada, por meio da participação, apropriação e recriação pela população, como “reaplicação”.

Nascimento (2012), por exemplo, afirma que o item saneamento básico faz parte de um conjunto de carências físico-sociais (ausência e/ou precariedade de escolas, postos de saúdes, segurança pública, etc.) que caracterizam assentamentos precários. Contudo, ao se limitar a falar sobre programas de saneamento em assentamentos precários, destaca que os métodos de planejamento devem priorizar a participação, pois esses programas devem ser adequados à realidade físico-social dos assentamentos e a comunidade deve ser o sujeito de transformação de sua própria realidade.

Deste modo, mesmo havendo o consenso de que o avanço da TS não se reduz a usar a tecnologia para fins sociais, mas sim está na possibilidade da metodologia científica ser desenvolvida e reelaborada pela comunidade ou junto a ela, utilizando-se nesse processo conhecimentos tanto científicos e tecnológicos quanto tácitos e consuetudinários (FONSECA, 2009; THOMAS, 2009), ainda existem divergências com relação às etapas de reaplicação dessas tecnologias.

Algumas compreensões sobre essas etapas são mostradas no quadro 1, no qual as três primeiras colunas correspondem à definições da literatura consultada. A quarta coluna corresponde à proposição dos componentes de implantação de TSs conforme as discussões e experiências dos pesquisadores Dias et al. (2012), pertencentes ao Grupo de Pesquisa Aproveitamento de Água de Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente (GPAC Amazônia) da Universidade Federal do Pará.

Quadro 1. Sistematização das etapas necessárias à implementação de Tecnologias Sociais.

Marcio Schiavo ¹⁰	Lassance e Pereira ¹¹	Ricardo Voltolini ¹²	GPAC Amazônia ¹³
1. Diagnóstico situacional Análise detalhada do contexto socioeconômico, cultural, ambiental e comportamental em que a Tecnologia Social vai operar.			1. Diagnóstico situacional Levantamento das demandas sociais concretas identificadas pela população; Caracterização sociodemográfica, econômica, cultural e comportamental, assim como potencial (recursos humanos, materiais, financeiros, naturais, tecnológicos).
2. Criação e desenvolvimento Consiste em adaptar o projeto às necessidades e expectativas dos grupos participantes e também às potencialidades locais.	1. Criação As TSs nascem ou da sabedoria popular, ou do conhecimento científico, ou da combinação de ambas;		2. Organização Social Esta etapa se caracteriza se subdivide em dois subprocessos: 1. envolve participação de todos os atores sociais no desenvolvimento do projeto, principalmente daqueles que serão diretamente beneficiados. 2. apropriação e aprendizagem da tecnologia por todos os atores envolvidos.
3. Viabilidade Técnica Nesta etapa, deve-se estabelecer e consolidar o padrão tecnológico.	2. Viabilidade Técnica Fase em que há a consolidação de um padrão tecnológico (no caso de uma técnica há um padrão: a multimistura tem uma fórmula e um método de produção; a cisterna tem um projeto básico e um roteiro de construção).	1. Desafio Técnico Uma ideia inovadora é transformada em um conjunto-padrão de procedimentos, em uma fórmula ou um método que permita a reaplicação da iniciativa em qualquer região do país.	3. Viabilidade Técnica A TS deve estar apta a ser reaplicada em comunidades que enfrentam os problemas que motivaram a sua criação.

¹⁰ Marcio Schiavo, consultor em marketing social e diretor da agência de responsabilidade social Comunicarte (empresa de consultoria em comunicação e gestão socioambiental). In: **Desafios da Sustentabilidade: Tecnologia Social no foco dos Jornais Brasileiros**, 2006.

¹¹ LASSANCE JUNIOR, Antonio; PEDREIRA, Juçara Santiago. Tecnologias Sociais e Políticas Públicas. In: **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p.65-82.

¹² Ricardo Voltolini - especialista em gestão do terceiro setor e responsabilidade social. In: **Desafios da Sustentabilidade: Tecnologia Social no foco dos Jornais Brasileiros**, 2006.

¹³ Grupo de Pesquisa Aproveitamento de Água de Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará.

Quadro 1. Sistematização das etapas necessárias à implementação de Tecnologias Sociais.

4. Testes de Aferição da Viabilidade Constituem a experimentação de uma Tecnologia Social e as suas características dependem da natureza dessa tecnologia. Os primeiros testes para aferir a viabilidade devem ser realizados tão logo se estabeleça um padrão tecnológico.			
5. Viabilidade Política É a fase em que a Tecnologia Social passa a ser reconhecida e aceita como solução eficaz, conquistando autoridade e visibilidade entre diversos atores sociais.	3. Viabilidade política A tecnologia, por várias razões e meios, ganha autoridade e visibilidade. Especialistas influentes comentam e recomendam-na. Entidades civis e outras organizações passam a reivindicar seu uso. Movimentos sociais passam a apontá-la como solução.	2. Referendo Público Quando especialistas e organizações sociais passam a recomendar a iniciativa como melhor solução para determinado problema- é um processo fundamental para validar a TS.	4. Viabilidade política Tecnologia aceita como solução de um determinado problema por especialistas, entidades civis, organizações e movimentos sociais.
6. Visibilidade Social Nesta etapa, a Tecnologia deve estar apta a ser reaplicada em comunidades que enfrentam os problemas que motivaram sua criação. Primeiro, a tecnologia deve ser formatada e sistematizada como franquia social. Uma vez sistematizada a implementação, a TS é repassada aos interessados em reproduzi-la. Segundo, é preciso estruturar uma rede de atores em torno da tecnologia para a reaplicação desta.	4. Viabilidade Social Quando a tecnologia tem de se mostrar capaz de ganhar escala. É chave que se forme em torno dela uma ampla rede de atores que consigam dar capilaridade à sua demanda e capacidade de implementação.	3. Apropriação Coletiva Uma rede de diferentes atores sociais forma-se para dar suporte à implantação da Tecnologia Social, criando as condições necessárias para que ela se transforme em política pública.	5. Apropriação social Organização dos atores em torno da TS demonstrando que existe demanda, e consequentemente, capacidade de reaplicação. Etapa fundamental para a transformação do projeto em política social.
			6. Avaliação Avalia os impactos causados na vida das pessoas e cria condições favoráveis para a elaboração de soluções que servem de referência para novas experiências

Fonte: Autora

As etapas de implementação de uma TS não podem ser rigidamente definidas porque dependem do contexto social, cultural, ambiental, político e econômico em que as tecnologias serão reaplicadas, tal constatação não exige o planejamento por parte dos atores sociais interessados na tecnologia.

Assim sendo, os pesquisadores do GPAC Amazônia apesar de reconhecerem que não existe uma fórmula para a implementação de TSs, possuem ciência da necessidade e importância de se seguirem algumas etapas para implementação de um projeto relacionado à TS como: 1ª) Diagnóstico Situacional – para conhecer a realidade local e conhecer os anseios dos membros de uma determinada comunidade; 2ª) Organização Social – o interesse dos atores sociais e organização destes em torno de uma tecnologia é essencial para que esta seja reaplicada; 3ª) Viabilidade Técnica - garante que a tecnologia contemple as peculiaridades locais; 4ª) Viabilidade Política – etapa em que todos os atores sociais interessados aceitam a tecnologia como solução para um determinado problema social, o que favorece sua “ascensão” à política pública; 5ª) Apropriação social – nesta etapa os atores sociais já realizam a reaplicação das tecnologias em diversos contextos; 6ª) Avaliação – a avaliação das transformações sociais ocasionadas pela difusão de uma TS permite com que sejam realizadas as alterações necessárias para reaplicações em novos contextos.

As etapas de reaplicação de TSs propostas pelos pesquisadores do grupo GPAC Amazônia não subutilizam as etapas descritas pelos estudiosos já citados, como ainda atribuem grande importância à etapa que corresponde ao processo de avaliação. Destarte, de acordo com mesmos pesquisadores, a necessidade de sair do plano apenas discursivo no debate sobre desenvolvimento sustentável, propiciado pelo uso de tecnologias, suscitou o desafio de se construir instrumentos de avaliação da sustentabilidade dos sistemas de aproveitamento de água da chuva já implantados nas ilhas de Belém. O intuito é validar instrumentos que tanto subsidiem a avaliação do progresso alcançado como guiem novas ações a partir da implementação do SAAC como TS.

5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Os problemas sociais e ambientais resultantes da plena integração socioeconômica entre as sociedades do mundo não são fáceis de resolver. Mesmo o ser humano tendo percebido que esse sistema econômico impõe limitações para o futuro da vida neste planeta. Isso se deve ao fato de que a sociedade humana, como um sistema complexo, para alcançar um desenvolvimento sustentável deve compreender as dinâmicas desses sistemas e construir elementos operacionais capazes de avaliar a sustentabilidade do desenvolvimento (FENZL; MACHADO, 2009).

Contudo, consoante Fenzl e Machado (2009), apesar de inúmeras iniciativas e uma vasta literatura sobre o assunto, não há uma ciência específica que tenha como objeto o desenvolvimento sustentável da sociedade. Por esta razão, existe a necessidade de se criar as bases teóricas e metodológicas capazes de construir instrumentos científicos para transformar nossas sociedades e torná-las mais sustentáveis. Nesse contexto, ainda de acordo com os mesmos autores, surgem novas formas de refletir sobre a realidade socioeconômica do mundo globalizado, são tentativas promissoras em relação à necessidade de quantificar e qualificar os fluxos energético-materiais.

O lançamento do conceito de desenvolvimento sustentável na década de 1980 e sua popularização após a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) evidenciaram a necessidade de definição de padrões de desenvolvimento que considerassem aspectos ambientais, econômicos, sociais, éticos e culturais (TAYRA; RIBEIRO, 2006; RAULI; ARAÚJO; WIENS, 2008).

A mudança de paradigma possibilitou a adoção de critérios para as intervenções humanas no meio ambiente de maneira a ponderar sobre o progresso com relação às metas de desenvolvimento e evitar a permanência de práticas nocivas (MENDES, 2005). Todavia, Fenzl e Machado (2009) advertem que para entender e desenvolver instrumentos de intervenção operacionais em sistemas biológicos, ecossistemas, sócio sistemas ou problemas relacionados ao desenvolvimento sustentável é preciso analisar as partes e suas relações, assim como as relações entre o conjunto de partes com o ambiente. Isso porque os sistemas complexos apresentam qualidades novas (emergentes) que não podem ser deduzidas das qualidades individuais de seus componentes.

De acordo com esse enfoque sistêmico, o objetivo é a construção de um conjunto de indicadores que mostrem tendências vinculantes e/ou sinérgicas. Isso porque a análise de

variáveis de forma conjunta pode evidenciar as principais tendências, tensões e causas subjacentes aos problemas de sustentabilidade (TAYRA; RIBEIRO, 2006).

Assim, faz-se necessário enfatizar que “os indicadores constituem-se em instrumentos de mensuração que devem ser adequados à realidade ambiental e socioeconômica da região a ser avaliada” (LEAL; PEIXE, 2010, p. 680). Pois “(...) os indicadores têm a função de traduzir processos complexos em informações mais simples, significativas e representativas que possam dar fundamentos as nossas decisões e ações” (FENZL; MACHADO, 2009, p.124). Assim sendo, conforme os mesmos autores, os indicadores sobre um determinado sistema devem atender três requisitos básicos:

1. Eles devem fornecer informações vitais sobre o estado atual (saúde, viabilidade) do sistema;
2. Eles devem fornecer informações suficientes para possibilitar uma intervenção e corrigir com sucesso a evolução do sistema de acordo com os objetivos estabelecidos;
3. Eles devem permitir a avaliação do grau de sucesso da intervenção (FENZL; MACHADO, 2009, p.124).

A prática de gestão das águas para se configurar como uma importante forma de estabelecer um relacionamento mais equilibrado entre a sociedade e o meio ambiente e garantir à população o acesso a um serviço básico (abastecimento de água), também deve se utilizar de indicadores de sustentabilidade que, ao serem empregados de forma conjunta, na busca de uma avaliação integrada do objeto de estudo, tenham o intuito de auxiliar na proposição de políticas públicas que conduzam a alternativas mais sustentáveis (HARDI et al., 1997; MIRANDA; TEIXEIRA, 2004; VAN BELLEN, 2002). A adoção desses instrumentos é uma forma sistemática e, ao mesmo tempo sintética de reunir e transmitir informações técnicas e científicas, preservando a essência dos dados originais, facilitando o monitoramento e a avaliação periódica de condições e tendências por agrupamento e comparação.

Deste modo, para garantir a manutenção de um sistema de abastecimento de água de chuva, sendo o consumidor um dos seus componentes, é necessário compreender as relações entre os elementos e o ambiente que aqueles compõem. Esta é a nova abordagem sistêmica, interdisciplinar, que cada vez mais se faz presente nos estudos sobre recursos hídricos (MENDES, 2005).

Para tanto, os indicadores devem ser construídos com base em uma metodologia coerente de mensuração, independentemente de serem quantitativos ou qualitativos, haja vista que, de acordo com Van Bellen (2002, p.42 e 43):

Indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, existindo autores que defendem que os mais adequados para avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos, em função das limitações explícitas ou implícitas que existem em relação a indicadores simplesmente numéricos. Entretanto, em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa noção quantitativa.

Dentre os modelos mais populares com relação à mensuração de desenvolvimento sustentável se tem atualmente o modelo PSR (Pressure- State- Response). A primeira versão desse modelo PSR foi elaborada no final da década de 1980 pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) e foi utilizado na elaboração e divulgação dos primeiros relatórios sobre o estado do ambiente. Este sistema se caracterizava por um conjunto básico de indicadores ambientais baseado no modelo estresse-resposta (VAN BELLEN, 2002; KLIGERMAN, 2007; SIENA, 2008).

O modelo PSR “(...) se baseia num conceito de causalidade: as atividades humanas exercem pressões sobre o ambiente, modificando sua qualidade e a quantidade de recursos naturais; a sociedade, por sua vez, responde a estas mudanças por intermédio de políticas ambientais, econômicas e setoriais” (KLIGERMAN, 2007, p.201). Entretanto, mesmo que esse modelo capte as interações que alteram o estado do sistema ambiental, ele não assume explicitamente a existência de vínculos causais entre os diferentes elementos da metodologia (VAN BELLEN, 2002; SIENA, 2008).

Assim sendo, foram feitas várias tentativas de construção de sistemas que permitissem a avaliação da sustentabilidade a partir de suas diversas dimensões, tais iniciativas levaram a criação de sistemas que apresentam lacunas quanto aos indicadores de determinadas dimensões da sustentabilidade, principalmente aos indicadores concernentes a dimensão institucional. Porém, a partir de sistemas específicos foram elaborados alguns sistemas que procuraram integrar as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, como exemplo pode-se citar o sistema Driving Force - State - Response (DSR) (VAN BELLEN, 2002).

Ainda conforme Van Bellen (2002), o sistema de avaliação Driving Force - State - Response (DSR), método adotado pela Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas em 1995, corresponde a um método bastante conhecido em razão de procurar integrar as diversas dimensões da sustentabilidade. Trata-se de um método DSR¹⁴ desenvolvido a partir do sistema PSR utilizado pela OECD considerando os capítulos da

¹⁴ O item Pressure (P) foi substituído por Driving-Force(D) para que fosse possível incorporar aspectos sociais, econômicos e institucionais do desenvolvimento sustentável (VAN BELLEN, 2002, p.61).

Agenda 21¹⁵, por isso os indicadores são subdivididos em quatro grandes categorias: social, econômica, ambiental e institucional.

Ao longo dos anos, o método adotado pela CSD sofreu diversas alterações a partir de críticas de especialistas. Aprimoramentos sucessivos dessa metodologia foram realizados para a sua devida adequação ao processo de tomada de decisão. Primeiramente passou a ser organizado em temas e subtemas, assim como também foi iniciada a discussão sobre a divisão dos indicadores em essenciais e não essenciais¹⁶. Em 2003, foram discutidas várias alternativas com o intuito de se aprimorar a metodologia quanto à agregação de indicadores, porém não houve muitos avanços, a única alteração foi a recomendação de cálculo de índices por grandes áreas. Por conseguinte, a sua última versão consolida a divisão de indicadores em essenciais (40), não essenciais (39) e outros indicadores (13). E apesar da metodologia, de uma maneira geral, tornar-se mais flexível e de melhor compreensão pelo usuário, questões relacionadas à ponderação dos temas e subtemas, isto é, questões correspondentes à agregação dos dados continuam em aberto (SIENA, 2008).

Um exemplo de modelo que avança na mensuração dos múltiplos processos que compõem o abarcante conceito de desenvolvimento sustentável é o *System Assessment Method* (SAM). Desenvolvido por diversos especialistas ligados a dois institutos: o World Conservation Union (IUCN) e o International Development Research Centre (IDRC). Prescott-Allen é um dos principais pesquisadores ligados ao desenvolvimento desse método, que possui o *barometer of sustainability* como ferramenta, sendo por isso que o método também é conhecido por este nome (VAN BELLEN, 2002).

No *barometer of sustainability*, os indicadores são selecionados por meio de método hierarquizado. Este inicia com a definição do sistema e metas, devendo chegar aos indicadores mensuráveis e seus critérios de desempenho. Após o cálculo dos indicadores, estes serão combinados até resultarem em dois índices - índices do bem-estar humano e do ecossistema - que serão apresentados em um gráfico bidimensional que possui escalas relativas que vão de 0 até 100, indicando uma situação de ruim até boa em relação à sustentabilidade (PRESCOTT-ALLEN, 2001; VAN BELLEN, 2002).

¹⁵ A Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, expressou nos capítulos 8 e 40 da Agenda 21 a necessidade de desenvolver indicadores para transformar o desenvolvimento sustentável em uma meta global aceitável (VAN BELLEN, 2002).

¹⁶ Indicadores considerados importantes para algumas regiões, não serão para outras.

5.1 O BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE

O SAM é um método sistêmico que possui o *barometer of sustainability* (barômetro da sustentabilidade) como ferramenta de avaliação, sendo esta, de acordo com seus criadores, destinada às agências governamentais e não governamentais, tomadores de decisão e pessoas envolvidas com questões relativas ao desenvolvimento sustentável (VAN BELLEN, 2002; KRONEMBERGER, 2008).

O sistema de avaliação desenvolvido por Prescott-Allen assegura que um grupo de indicadores confiáveis retrate de forma adequada o estado do meio ambiente e da sociedade a partir de conceitos gerais do desenvolvimento sustentável. Sendo que, a escolha dos indicadores é feita através de um método hierarquizado, cumprindo os seis estágios definidos por Prescott-Allen (2001) para o BS: 1º estágio - escolha do sistema (SAACs) e metas (tudo que se acredita ser ideal para uma determinada área em termos de desenvolvimento sustentável); 2º - estágio: identificação das dimensões, elementos (neste trabalho foram chamados de temas e correspondem às preocupações principais ou características do sistema) e objetivos; 3º - estágio: seleção dos indicadores e os critérios de desempenho, estes permitem que os diferentes indicadores sejam analisados a partir de uma unidade comum; 4ª - estágio: mensuração e mapeamento dos indicadores para a definição da localização do indicador na escala de desempenho; 5º - estágio: combinação dos indicadores em índices; e o 6º estágio - concernente à revisão dos resultados buscando relações entre indicadores e índices.

Segundo Van Bellen (2002) é fundamental o cumprimento dos dois primeiros estágios que correspondem a: 1. Definição de sistema e metas e 2. Identificação de questões e objetivos, antes da escolha dos indicadores. O autor alega que a escolha direta dos indicadores induz a uma escolha de um número excessivo destes, caracterizando métodos menos estruturados.

Prescott-Allen (2001) menciona a existência de diversos sistemas de indicadores, inclusive discorre sobre um indicador comumente utilizado para medir aspectos negociáveis do mercado: a monetização. Contudo, alerta que por meio da monetização não é possível medir muitos aspectos relacionados ao desenvolvimento sustentável em virtude desses aspectos não possuírem preço. Consoante Van Bellen (2002), a solução encontrada para este problema por Prescott-Allen foi a proposição de uma avaliação por meio de indicadores que permitissem medir o estado do meio ambiente e da sociedade juntos, sem privilegiar nenhum dos eixos. O resultado desta proposição, ainda com o mesmo autor, foi a única ferramenta de

mensuração projetada em que um aumento da qualidade ambiental não irá mascarar um declínio do bem-estar da sociedade ou vice-versa - o *barometer of sustainability*.

Na ferramenta BS, cada indicador transmite informações sobre o elemento particular ou subelemento que ele representa, mas não sobre o sistema como um todo. O problema é resolvido pela combinação dos indicadores em índices (PRESCOTT-ALLEN, 2001). Desta maneira “se uma característica específica do sistema ou questão é representada por um indicador, o resultado do indicador é o retrato desta característica ou resultado da questão. Se um aspecto é representado por dois ou mais indicadores, estes indicadores devem ser combinados ou agregados¹⁷” (VAN BELLEN, 2002, p.148).

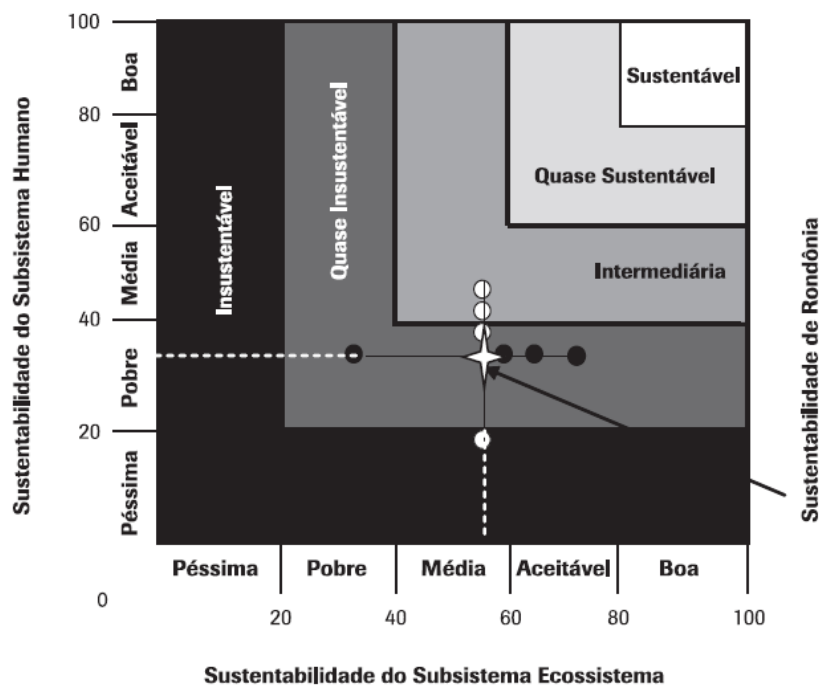
Deste modo, a combinação do subsistema humano composto pelas seguintes dimensões: Saúde e População, Riqueza; Conhecimento e Cultura; Comunidade; e Equidade, e seus respectivos indicadores; assim como do subsistema ambiental, suas dimensões: Terra; Água; Ar; Espécies; e Utilização de Recursos, e seus respectivos indicadores, possuem os índices de bem-estar humano e do ecossistema¹⁸ como resultado. Os índices desses subsistemas são combinados de maneira a gerar o índice de bem-estar geral pela leitura da interseção dos dois pontos dentro do BS (VAN BELLEN, 2002).

De acordo com Bossel (1999), este índice geral é representado por meio de um gráfico bidimensional onde os estados de bem-estar humano e do ecossistema são colocados em escalas relativas que vão de 0 a 100. Cada escala está dividida em cinco setores de 20 pontos - indicando uma situação de ruim até boa em relação à sustentabilidade do sistema, conforme exemplifica a figura 2 ao mostrar o índice de desenvolvimento sustentável do estado de Rondônia.

¹⁷ O procedimento padrão recomendado por Prescott-Allen para efetuar esta agregação é: 1. Quando indicadores são considerados como igualmente importantes, deve-se tomar a média aritmética destes; 2. Se dentre os indicadores de um determinado elemento, um indicador é considerado mais importante, a média ponderada deve ser extraída. 3. Se um indicador é considerado crítico, ele pode ter uma função de veto, cobrindo ou acobertando outros indicadores (VAN BELLEN, 2002, p. 148).

¹⁸ Neste estudo a pesquisadora não adotou os subsistemas humano e ambiental em razão do número reduzido de temas e indicadores relacionados a subsistema ambiental, condição que não permitiria um “retrato” mais robusto deste.

Figura 2. Representação da sustentabilidade do estado de Rondônia pelo BS.



Fonte: Siena (2008).

A percepção visual permitida pela construção do gráfico bidimensional fornece um quadro geral do estado do meio ambiente e da sociedade ao destacar aspectos de desempenho que mereçam mais atenção de forma a possibilitar tanto a sugestão de ações e onde devem ser aplicadas assim como comparações entre diferentes avaliações (VAN BELLEN, 2002).

A utilização de escalas de desempenho - uma das características fundamentais do BS - permite combinar diferentes indicadores de forma coerente a partir de uma unidade comum para que não haja distorção. A escala de desempenho é dividida em cinco setores que podem ser controlados pelos usuários por meio da definição dos pontos extremos de cada setor (PRESCOTT-ALLEN, 2001; VAN BELLEN, 2002; SIENA, 2008). “Esta característica fornece aos usuários um grau de flexibilidade na medida em que, em outras escalas, quase sempre somente o ponto final é definido” (VAN BELLEN, 2002, p.141).

A escala deve ser ajustada para cada um dos indicadores e isto envolve definir o melhor e o pior valor para os indicadores dados. O ponto final tem importância essencial sobre a escala e sobre sua significância. Um bom método, segundo o autor [Prescott-Allen], para ajustar o início e o fim da escala, é utilizar valores históricos que enquadrem estes pontos e também com vistas a um futuro previsível. As metas¹⁹

¹⁹(...) Os melhores valores não são necessariamente metas, as questões relativas a estas metas políticas devem ser estabelecidas, entretanto não devem ser colocadas como valor final dentro da escala, sendo preferível torná-las implícitas (VAN BELLEN, 2002, p. 144).

que se pretendem alcançar podem ser um fator importante, mas não devem ser utilizadas como valor ótimo. A performance de outros países e regiões também pode ser utilizada como informações, se estas estão disponíveis (VAN BELLEN, 2002, p. 143).

No quadro 2 se observa os critérios de desempenho do Barômetro da Sustentabilidade - bom, regular, médio, pobre e níveis ruins - definidos para cada indicador, permitindo que as medições dos indicadores sejam convertidas por meio da Escala do BS (HALES; PRESCOTT-ALLEN, 2002).

Quadro 2. Escalas do *barometer of sustainability*.

Setor	Intervalo	Definição
Sustentável	81-100	Desempenho desejável
Potencialmente Sustentável	61-80	Desempenho aceitável
Intermediário	41-60	Fase de transição
Potencialmente Sustentável	21-40	Desempenho indesejável
Sustentável	1-20	Desempenho inaceitável

Fonte: Adaptado de Prescott-Allen (2001).

A utilização de uma escala única apresenta como desvantagens a distorção, perda de informações e a dificuldade de converter certos aspectos do desenvolvimento sustentável em medidas quantitativas. Porém, a vantagem de se usar uma escala de desempenho é que esta trabalha com intervalos entre padrões predefinidos, permitindo combinar diferentes indicadores (PRESCOTT-ALLEN, 1999 apud VAN BELLEN, 2002).

As escalas podem ser totalmente controladas, parcialmente controladas ou sem nenhum controle externo. Em uma escala sem controle, apenas os pontos inicial e final são estabelecidos e os intervalos entre os mesmos devem ser iguais. Os pontos inicial e final da escala irão definir se um indicador deve ser ótimo, bom, médio, ruim ou péssimo (VAN BELLEN, 2002).

Quando o uso de uma escala sem controle não é apropriado, pode-se optar pelo uso de uma escala parcialmente ou totalmente controlada. Em uma escala parcialmente controlada os valores correspondentes aos setores péssimo e ótimo são previamente estabelecidos, e em uma escala totalmente controlada todos os setores são previamente definidos. “Quando uma escala é parcial ou totalmente controlada ela deixa de ser uma escala com intervalos iguais e, ao invés disso, ela passa a ser uma escala com dois ou até cinco intervalos com escala própria” (VAN BELLEN, 2002, p. 144).

Assim sendo, Prescott-Allen define o *barometer of sustainability* como uma ferramenta extremamente flexível e poderosa, projetada para ser utilizada em qualquer nível, do global

até o local. Todavia, como qualquer sistema que avalia a sustentabilidade, existe a necessidade de adaptação às circunstâncias locais e determinação explícita dos usuários sobre suas suposições sobre o bem-estar do ecossistema e o bem-estar humano. Deste modo, a construção de uma classificação de indicador pode ser feita a partir dos níveis que as pessoas consideram como desejados ou aceitáveis até os indesejados ou inaceitáveis. “(...) é uma ferramenta útil para observar as diferenças e as similaridades entre as percepções subjetivas das pessoas e os dados que procuram retratar de forma objetiva o bem-estar humano e ecológico” (VAN BELLEN, 2002, p. 156).

Para tanto, os julgamentos de valor tanto para a ferramenta de avaliação quanto para suas metas, passando pelas decisões dos indicadores, sua agregação e interpretação devem ser claros, possibilitando às pessoas que discordem dos parâmetros e contribuam com sugestões que podem alterar a avaliação (VAN BELLEN, 2002; SIENA, 2008).

Um sistema comum de dimensões – característica do *barometer of sustainability* - se torna muito útil na comparação entre diferentes sociedades, permitindo observar qual delas tem o melhor desempenho. Entretanto, o objetivo principal do BS é verificar se o sistema estudado é sustentável (ou insustentável), por conseguinte, Siena (2008, p. 362) enfatiza que “a transparência (no processo de agregação de indicadores) é essencial para que os responsáveis pelas decisões compreendam a utilidade de indicadores ou índices, bem como tenham ciência sobre os significados e as limitações dos resultados encontrados”.

Destarte, é extremamente difícil fazer uma avaliação clara de algo tão complexo como as interações entre as sociedades humanas e o ecossistema, e não há uma forma perfeita de fazê-la. Todos os métodos envolvem escolhas sobre o que focar, obrigando a omitir aspectos que seriam importantes para outra pessoa. E com o método de avaliação do bem-estar/ *barometer of sustainability* isso não é diferente. Contudo, a importância do método possibilita uma estrutura para reflexão e debate sobre os fatores que são cruciais para o bem-estar do ecossistema e bem-estar humano (PRESCOTT-ALLEN, 2001).

6 ASPECTOS LEGAIS SOBRE O APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO BRASIL

Na sociedade atual, o Estado é quem estabelece normas que determinam as relações entre os cidadãos e o ambiente a fim de garantir o controle ambiental e a regulação do uso dos recursos naturais. Deste modo, este capítulo apresenta um conjunto de leis que evidenciam o objetivo de conservação destes recursos ao contribuírem para o aproveitamento sustentável dos elementos da natureza, principalmente em relação o uso das águas pluviais.

O capítulo VI da Constituição Federal de 1988 define diretrizes quanto a preservação do meio ambiente, mencionando em seu Art. 225 que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, p.95).

Como visto, o aparato legal tem sido uma poderosa ferramenta de transformação da sociedade, uma vez que expõe as limitações, deveres e direitos dos cidadãos em relação ao meio ambiente, configurando-se como uma importante forma de estabelecer um relacionamento mais equilibrado entre a sociedade e o meio em que vivemos.

No Brasil, os primeiros documentos normativos relativos à preservação ambiental remontam ao período colonial quando o território ainda se encontrava sob domínio português. No entanto, o primeiro documento a referir-se expressamente sobre a preservação dos elementos ambientais foi a Carta Régia de 13 de março de 1797, que demonstrava preocupação com a defesa da fauna, águas e solo (LIMA, 2008).

De lá para cá foram criadas inúmeras leis e regulamentos alterando as normas quanto ao uso dos recursos naturais, sempre se destacando a preocupação com as águas. Neste período evolutivo se deve destacar o Código de Águas de 1934 (decreto federal nº 24.643), considerado o marco legal do gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e referência para elaboração da legislação de recursos hídricos em inúmeros países (SENRA; VILLELA; ANDRÉ; s/d).

O Código de Águas legislou inclusive sobre o direito ao uso de águas pluviais, estabelecendo no Capítulo V do artigo 103 que: “art.103. As Águas Pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário” (BRASIL, 1934). Porém, não é permitido desperdiçar essas águas, causando prejuízo a outros prédios que possam aproveitá-las, tendo o risco de

pagar indenização aos proprietários dos imóveis que teriam intenção de usá-las, assim como não é lícito desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro curso, sem haver consentimento dos proprietários dos prédios que irão recebê-las. O artigo 118 chega a comentar, de modo muito superficial, sobre a captação da água da chuva em áreas públicas desde que haja licença da administração.

A partir da década de 1980, como a gestão dos recursos hídricos no Brasil passou a se apoiar na sustentabilidade ambiental, social e econômica, inúmeras alterações ocorreram na legislação ambiental do país, e observa-se que a grande mudança foi o sancionamento da Política Nacional de Recursos Hídricos, mais conhecida como Lei das Águas (Lei nº 9.433/97), que disciplinou a gestão dos recursos hídricos, apresentando-se como um conjunto formado por princípios, instrumentos e elementos integrantes de um novo modelo administrativo, que busca promover uma gestão descentralizada e participativa do recurso, definindo corretamente as águas como bem público, finito, dotado de valor econômico, não podendo ser gerida, portanto, sem o devido controle social.

É importante notar que os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos estabelecem relação indireta com a captação de água de chuva a partir do momento em que esta também estimula o uso racional da água ao mesmo tempo em que previne contra os eventos hidrológicos críticos - secas e/ou inundações (SENRA; BRONZATTO; VENDRUSCOLO, 2007).

Todavia, não há nacionalmente um ordenamento jurídico que discipline especificamente sobre o uso potável das águas pluviais. Isso ocorre provavelmente em virtude de haver preocupação principalmente com as consequências ocasionadas pelas águas de chuva em áreas urbanas, como enchentes. Tal condição é confirmada pela lei nº 11.445 de 2007, na alínea d do inciso I, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

(...)

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais (BRASIL, 2007).

Evidentemente que, em todo o Brasil, podem ser identificadas algumas experiências de captação e armazenamento de água de chuva em nível estadual e municipal. Sendo que os maiores avanços são observados nas leis e decretos sancionados pelos estados e municípios das regiões sul e sudeste. Porém, ao se analisar mais atentamente, por exemplo, a Lei nº

12.526/2007 do Estado de São Paulo e o decreto nº 23.940/2004 da cidade do Rio de Janeiro se percebe que o objetivo principal é evitar justamente o colapso do sistema de escoamento das cidades de forma a prevenir enchentes, e em alguns casos é citado o aproveitamento de águas pluviais apenas para usos menos nobres (irrigação de jardins, postos de lavagem de veículos, descargas de vasos sanitários etc.). Já o município de Curitiba, por meio da publicação da Lei nº 10.785/2003, deixa mais evidente o objetivo de conservação e uso racional de água pluvial, exigindo que esta seja captada, armazenada e utilizada nas novas edificações (SIGRH, 2005).

No estado do Pará, mais precisamente no município de Belém, a Lei nº 8.655 de 2008, que dispõe sobre o Plano Diretor do município, menciona o uso de águas pluviais para fins potáveis e não-potáveis no inciso V do artigo 34:

Art. 34 Para garantir a eficiência dos serviços de abastecimento de água, o Município de Belém deverá:

[...]

V - desenvolver alternativas de utilização de águas pluviais e reuso da água, para fins potáveis e não potáveis (BELÉM, 2008).

Contudo, mesmo com o desenvolvimento de legislação pautada em critérios de sustentabilidade ambiental, constata-se a não existência de uma legislação específica que discipline o assunto na maioria dos estados e municípios brasileiros, mesmo naqueles que possuem projetos consolidados de aproveitamento de água de chuva, como no semiárido brasileiro, assim como em âmbito nacional. O decreto nº 7.217/2010, regulamentador da Lei nº 11.445/2007, apenas destaca no 2º parágrafo do capítulo VI que os programas de captação de águas pluviais no Brasil seriam implementados preferencialmente na região do semiárido, não fornecendo maiores informações sobre os sistemas de captação.

Por conseguinte, leis e proposições são necessárias com a finalidade de tornar a captação de água pluvial em um instrumento não somente de solução para enchentes, e consequentemente, impedimento da destruição de patrimônios pessoais e da veiculação de doenças infectocontagiosas, mas em um mecanismo de resolução da crise de abastecimento de água em muitos lugares em que o abastecimento público não se faz presente, principalmente em áreas rurais.

Contudo, mesmo não existindo nenhuma normatização específica relativa ao uso potável de águas pluviais em áreas rurais, a publicação dos decretos nº 7.217/2010 e nº 7.535/2011 representam avanços neste aspecto.

O decreto nº 7.217/2010 ao tratar no Capítulo VI ‘Do Acesso Difuso à Água Para a População de Baixa Renda’, faz referência à utilização de TSs de captação de águas pluviais por populações, em áreas urbanas e rurais, para ingestão e produção de alimentos que serão utilizados para o consumo próprio, especialmente por meio de apoio dado pela União para a construção de barragens e cisternas (BRASIL, 2010), como mostra o trecho a seguir:

“Art.68. A União apoiará a população rural dispersa e a população de pequenos núcleos urbanos isolados na contenção, reservação e utilização de águas pluviais para o consumo humano e para a produção de alimentos destinados ao autoconsumo, mediante programa específico que atenda ao seguinte:
I- utilização de tecnologias sociais tradicionais, originadas das práticas das populações interessadas, especialmente na construção de cisternas e de barragens simplificadas (BRASIL, 2010).

O decreto nº 7.535, sancionado em julho de 2011, ao instituir o Programa Nacional de Universalização de acesso e uso da água – “Água Para Todos”, também ratifica o uso de águas pluviais em áreas rurais para consumo humano e produção agrícola e alimentar, além de incentivar o uso de tecnologias que auxiliem na captação de água pluviais. Esta informação pode ser confirmada ao se observar que, dentre as diretrizes do programa ‘Água para Todos’, existe a diretriz que corresponde ao inciso II do artigo 2º: “II- fomento à ampliação da utilização de tecnologias, infraestrutura e equipamentos de captação e armazenamento de águas pluviais” (BRASIL, 2011).

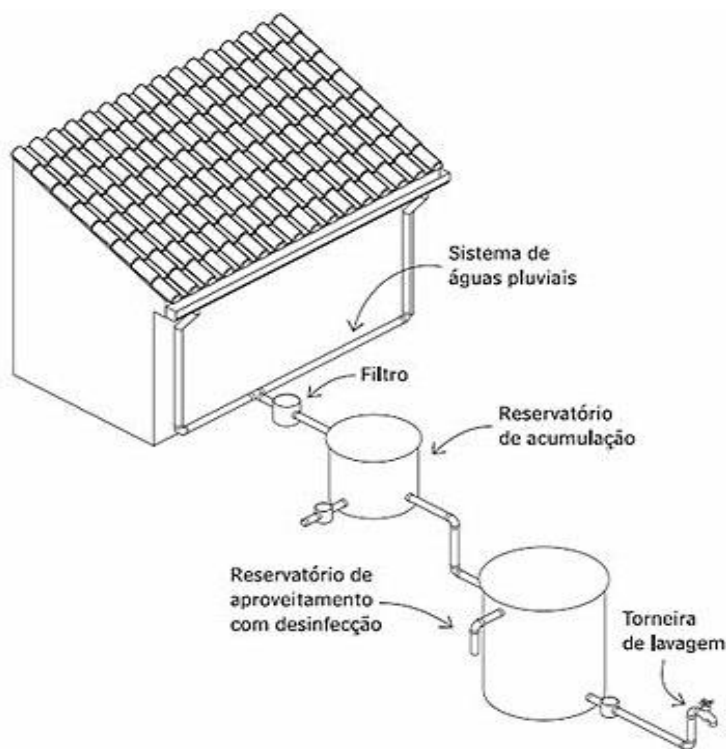
Deste modo, apesar dos avanços no manejo sustentável da água pluvial para consumo humano, existe a necessidade de construção de políticas sociais específicas que supram a necessidade de água potável, mas que, sobretudo, promovam o desenvolvimento em áreas rurais e urbanas. Para isso seria essencial que os usos de água de chuva fossem legalmente instituídos por meio de uma política nacional de captação e manejo de água de chuva como integrante das estratégias de manejo integrado dos recursos hídricos.

7 DESCRIÇÃO DOS SAACs ILHA GRANDE E MURUTUCU

Existem vários tipos de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. Contudo, independentemente do sistema adotado, alguns dispositivos são os mesmos para todos, pois os a construção de sistemas têm como base a norma brasileira NBR 15527/2007 de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis que atende aos requisitos da NBR 10844/89 (Instalações Prediais de Águas Pluviais) e da NBR 5626/98 (Instalação Predial de Água Fria).

De um modo geral, a figura 3 permite visualizar a composição dos sistemas tradicionais de captação e aproveitamento de água de chuva. Estes possuem, basicamente, uma área de captação de água da chuva, calhas e tubos condutores, dispositivos de descarte da primeira chuva, mecanismo de limpeza (filtros ou grades) para a remoção de impurezas e reservatório.

Figura 2. Exemplo de sistema de aproveitamento de águas pluviais.



Fonte: Pini, (apud Hagemann, 2009).

Em agosto de 2011, foram instalados dois sistemas de aproveitamento de água da chuva (SAACs) em duas ilhas de Belém (ilhas Grande e Murutucu) pela Universidade Federal do Pará, mais precisamente por meio de uma parceria entre o Núcleo de Meio Ambiente (NUMA)/Programa de Pós- Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local (PPGEDAM) e o Instituto de Tecnologia(ITEC)/ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

(PPGEC), com o propósito de usar um recurso gratuito (água de chuva) para viabilizar o acesso à água potável em comunidades rurais.

Os sistemas foram instalados nas residências da senhora Zelite, localizada na ilha Grande (figura 4) e do senhor Ziza, localizada na ilha Murutucu (figura 5). Contudo, somente foram liberados para utilização das famílias a serem beneficiadas em maio de 2012, após o período (janeiro a abril de 2012) de coleta e realização das análises físico-químicas e bacteriológicas da água oriunda dos sistemas.

Figura 4. SAAC ilha Grande.



Fonte: Dias (2013).

Figura 5. SAAC ilha Murutucu.



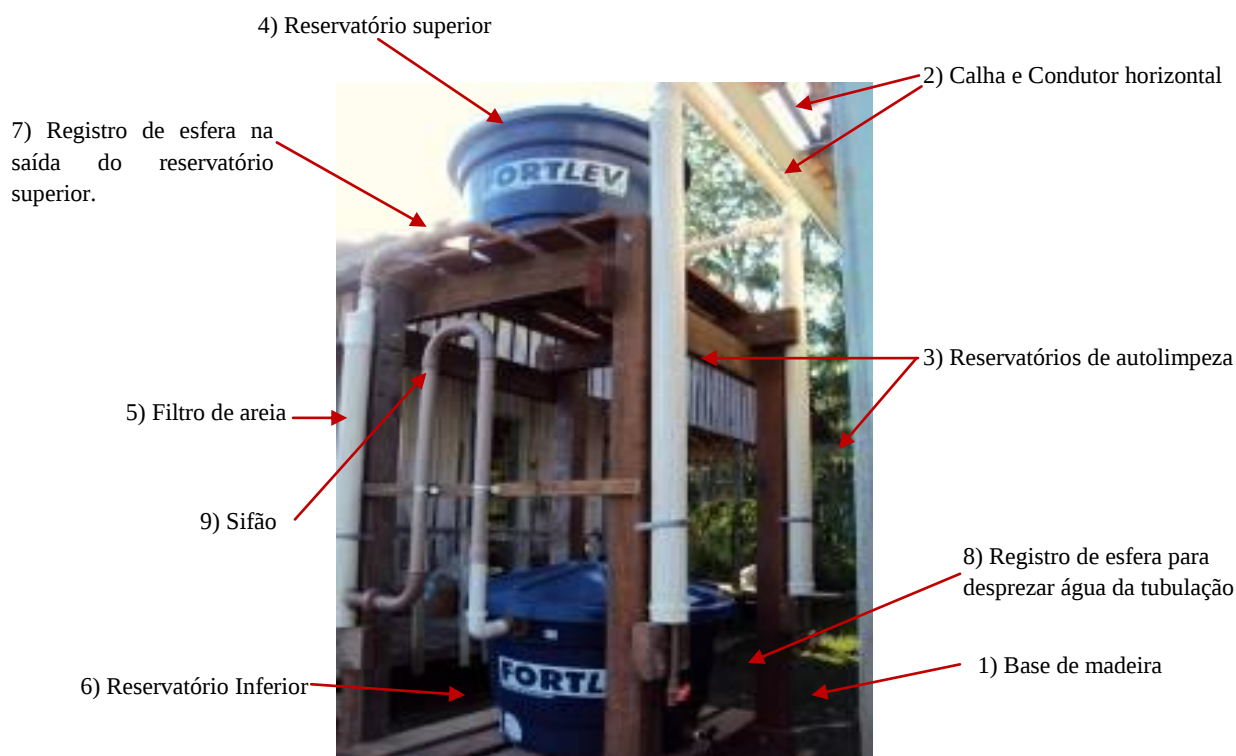
Fonte: Gonçalves (2012).

A constituição e o processo de funcionamento do SAAC são de simples entendimento e podem ser compreendidos por meio da observação da figura 6. O SAAC possui: 1) *uma base feita em madeira* que servirá como suporte aos elementos constituintes do filtro; 2) *Calhas e condutores* direcionam a água aos reservatórios de autolimpeza; 3) *reservatórios de autolimpeza* que descartam a primeira parte da água da chuva; 4) posteriormente a água é levada para o *Reservatório Superior* instalado na parte superior da estrutura em madeira; 5) *filtros de areia* que direcionam a água ao reservatório final; 6) O *reservatório inferior* armazena a água que é destinada ao consumo (GONÇALVES, 2012).

O sistema ainda possui, de acordo com a mesma figura (figura 6), o 7) *registro da saída da caixa d'água superior* para evitar que a água suja da lavagem entre em contato com o

filtro; o 8) *Registro de esfera dos reservatórios de autolimpeza* para desprezar água da tubulação; e o 9) *sifão* que serve para manter úmida a camada superior de areia do filtro.

Figura 6. Detalhamento do SAAC instalado na Ilha Murutucu.



Fonte: adaptado de Gonçalves (2012).

É importante salientar que, em virtude do uso dado à água proveniente do sistema, neste caso de uso potável, existe a necessidade de realizar no final do processo a desinfecção por meio do hipoclorito de sódio.

Outro aspecto que é importante notar é que apesar de ser um sistema simples, seus componentes como calha, reservatório de autolimpeza, filtros e cisternas, necessitam ser dimensionados de maneira a não comprometer a eficiência do sistema em sua totalidade, condição que também assinala a sofisticação tecnológica do SAAC.

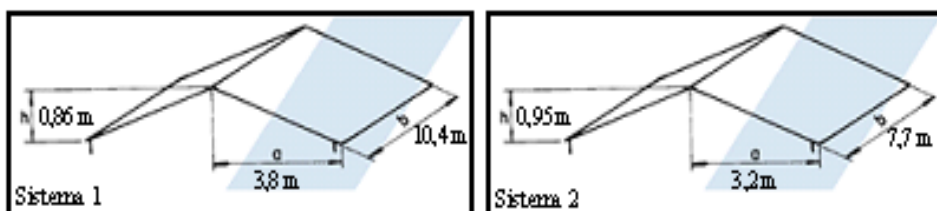
Como alguns dispositivos e cuidados são os mesmos para todos os sistemas de aproveitamento de água de chuva, independentemente da complexidade do sistema adotado, abaixo foi feita uma descrição geral dos componentes desses sistemas fazendo uma relação com os sistemas implantados pela UFPA.

7.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO

Geralmente são os telhados de casas, prédios ou indústrias, pois “a captação em telhados também possibilita que na maioria dos casos a água atinja o reservatório de armazenamento por gravidade, o que facilita o projeto” (HAGEMANN, 2009, p. 29). Conforme Oliveira (2008), os telhados podem ser constituídos por diversos materiais, como telhas de cerâmicas, de fibrocimento, zinco, galvanizadas, concreto armado, de plástico, telhado plano revestido com asfalto etc. Mas, de acordo com Hagemann (2009), é necessário considerar que o material constituinte do telhado é importante para a definição do coeficiente de escoamento superficial, visto que telhados mais porosos tendem a diminuir o escoamento, e consequentemente o volume aproveitável das águas pluviais.

De acordo com Gonçalves (2012), o cálculo da área de captação das residências nas ilhas Grande e Murutucu foi feito por meio da fórmula: $A = \left(a + \frac{h}{2}\right) * b$, onde: A=Área de contribuição; a= largura da aba do telhado; b= comprimento da aba do telhado e h= inclinação do telhado (estas variáveis são visualizadas na figura 7). Considerou-se apenas uma das abas do telhado, visto que seria suficiente para suprir a demanda por água dos beneficiários e por uma questão de redução de custos do projeto. Os valores das áreas dos telhados obtidos foram: 43,99 m² na Ilha Grande e 28,29 m² na Ilha Murutucu.

Figura 7. Dimensões dos telhados inclinados dos SAACs 1 e 2.



Fonte: Gonçalves (2012).

7.2 CALHAS E CONDUTORES

São responsáveis por coletar as águas de chuva que caem sobre o telhado e conduzi-las ao reservatório. Podem ser de PVC, fibras de vidro, alvenaria ou concreto.

No SAAC as calhas e os condutores são de PVC. As capacidades das calhas semicirculares e a projeção de condutores horizontais consideraram a declividade de 0,5 % - sendo este o valor mínimo estipulado pela NBR 10844/1989. E como as vazões de projeto

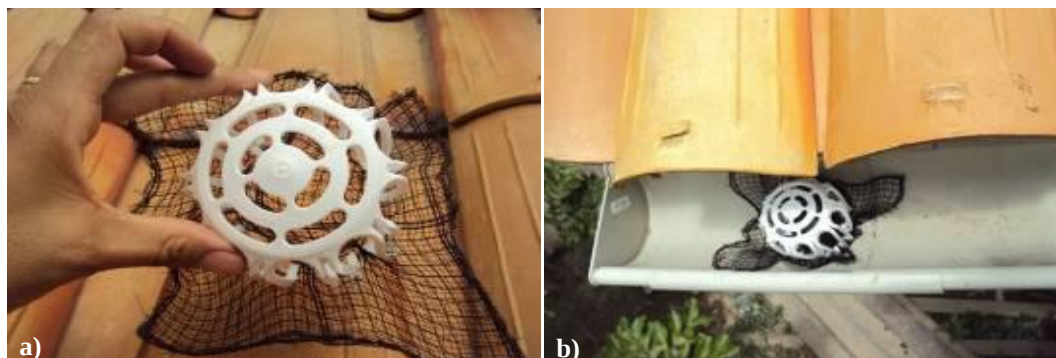
encontradas foram: 98,97 m³/min e 63,65 m³/min na Ilha Grande e Murutucu, respectivamente, utilizou-se o diâmetro interno de 100 mm para as calhas semicirculares, considerando a mesma norma (NBR 10844/1989).

7.3 GRADES

Grades podem ser acoplados nas calhas, a fim de evitar o carregamento de materiais sólidos de maior porte, como folhas, galhos, além de pequenos animais, que porventura possam estar presentes na área de captação e venham a obstruir e danificar o sistema, assim como comprometem a qualidade da água.

Nos SAACs foram instaladas grades flexíveis juntamente com uma tela preta em polietileno no bocal. Elas permitem a retenção de folhas e outros materiais na saída da calha evitando entupimentos (figura 8).

Figura 8. Detalhe da grelha e tela plásticas instaladas na entrada do bocal da calha dos SAACs 1 e 2.



Fonte: Gonçalves (2012).

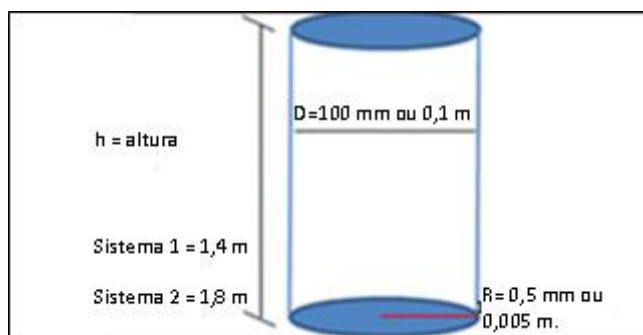
7.4 DISPOSITIVOS DE DESCARTE DOS PRIMEIROS MINUTOS DE CHUVA

A primeira parte da chuva tende a carregar todo tipo de impurezas dissolvidas, suspensas ou arrastadas mecanicamente, como folhas, poeira, pequenos animais mortos, poluentes do tráfego e industriais, fezes de animais etc. Por isso, antes de atingir o reservatório, a água deve passar por um mecanismo de limpeza, denominado de reservatório de autolimpeza (mecanismo separador das primeiras águas de chuva). “O seu objetivo é evitar que a primeira parcela da chuva interfira na qualidade da água coletada posteriormente” (HAGEMANN, 2009, p. 33).

Consoante Gonçalves (2012), os reservatórios de autolimpeza dos SAACs foram construídos de tubo de PVC. Os quatro reservatórios de autolimpeza do SAAC1 (instalado na ilha Grande) são iguais a 1,4 m e os dois reservatórios do SAAC 2 (instalado na ilha Murutucu) são iguais a 1,8 m. O volume do reservatório de autolimpeza foi obtido a partir do produto entre a área do cilindro e a altura, como se observa na fórmula: $V_c = \text{Área} \times h$. Todavia para tal verificação, precisou-se calcular a área utilizando a fórmula: $A_c = \pi \cdot r^2$, onde $r=0,05\text{m}$ (figura 9). Assim, os volumes que serão efetivamente descartados a partir dos reservatórios de autolimpeza correspondem a 43,96 L no SAAC 1 e 28,27 L no SAAC 2 (tabela 1).

A figura 9 ilustra o reservatório de autolimpeza e suas dimensões.

Figura 9. Croqui do reservatório de autolimpeza.



Fonte: Gonçalves (2012).

Tabela 1. Volumes de 1 mm de água de chuva e o volume que será desprezado

SISTEMA	Área de contribuição (m²).	Volume (1 mm = 1 litro por cada m²).	Volume a ser desprezado nos descartes instalados.
SAAC 1	43,99	43,99	1 reservatório de descarte: $V = 10,99 \text{ L}$
			Então, os 4 reservatórios de descarte que serão instalados terão o volume igual a 43,96 litros
SAAC 2	28,29	28,29	1 reservatório de descarte: $V = 14,13 \text{ L}$
			Os 2 reservatórios de descarte que serão instalados terão o volume total de 28,27 litros.

Fonte: Gonçalves (2012).

7.5 RESERVATÓRIOS

Considerados um dos componentes mais importantes de um sistema de captação de água da chuva. Devem ser dimensionados considerando demanda de água, índice

pluviométrico, custos de implantação, áreas de captação. São chamados também de cisternas, têm como objetivo armazenar a água captada para posterior utilização. Podem ser feitos de vários materiais, como concreto armado, alvenaria, plástico, etc. Podem ser apoiados, enterrados ou elevados. Geralmente, o reservatório é a parte mais onerosa de um sistema de captação de água de chuva devido à área necessária à sua construção para que possa armazenar volumes significativos de água.

De acordo com Dias, Athayde Junior e Gadelha (2007); e Tomaz (2003), um métodos mais utilizados para o dimensionamento de reservatórios é método Rippl, pois além de regularizar a vazão no reservatório, permitindo garantir o abastecimento em qualquer período do ano, úmido ou seco, apresenta a vantagem de ser flexível com relação aos dados de entrada para o cálculo. Por exemplo, pode-se utilizar demanda constante ou demanda variável, chuva média mensal ou chuva diária, bastando para isso verificar a disponibilidade de dados pluviométricos.

Por meio da análise das tabelas 2 e 3 que contêm os dados para o diagrama de Rippl, verifica-se que em todos os meses do ano há volume excedente de água com relação à demanda. Os resultados podem ser visualizados na 6ª coluna das tabelas mencionadas. Assim sendo, para captar o volume de água necessário para atender a uma demanda mensal seria conveniente um reservatório com a capacidade de 1,7 m³ (1700 L) na ilha Murutucu e um reservatório com a capacidade de 2,92 m³ (2920 L) na ilha Grande.

Tabela 2. Dados para o diagrama de Rippl com dados pluviométricos do INMET para a Ilha Grande.

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	ENTRADA (L/MÊS)	DIAS NO MÊS	CONSUMO (L/MÊS)	SALDO (L/MÊS)
JANEIRO	373,7	14.795,15	31	2945	11.850,15
FEVEREIRO	401,6	15.899,74	28	2660	13.239,74
MARÇO	441,4	17.475,46	31	2945	14.530,46
ABRIL	391,9	15.515,71	30	2850	12.665,71
MAIO	245,6	9.723,54	31	2945	6.778,54
JUNHO	177,3	7.019,48	30	2880	4.139,48
JULHO	149,2	5.899,05	31	2945	2.954,05
AGOSTO	132,1	5.229,97	31	2945	2.976,97
SETEMBRO	129,8	5.138,91	30	2850	2.019,91
OUTUBRO	125,4	4.964,71	31	2945	2.019,71
NOVEMBRO	128,2	5.075,56	30	2850	2.225,56
DEZEMBRO	239	9.462,24	31	2945	6.517,24
TOTAL	2935,2		-	35040	-

Fonte: Autora.

Tabela 3. Dados para o diagrama de Rippl com dados pluviométricos do INMET para a ilha Murutucu.

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	ENTRADA (L/MÊS)	DIAS NO MÊS	CONSUMO (L/MÊS)	SALDO (L/MÊS)
JANEIRO	373,7	9.514,77	31	2170	7.344,77
FEVEREIRO	401,6	10.225,13	28	1960	8.265,13
MARÇO	441,4	11.238,48	31	2170	9.068,48
ABRIL	391,9	9.978,16	30	2100	7.878,16
MAIO	245,6	6.253,22	31	2170	4.083,22
JUNHO	177,3	4.514,23	30	2100	2.414,23
JULHO	149,2	3.798,78	31	2170	1.628,78
AGOSTO	132,1	3.363,39	31	2170	1.193,39
SETEMBRO	129,8	3.304,83	30	2100	1.204,83
OUTUBRO	125,4	3.192,80	31	2170	1.022,80
NOVEMBRO	128,2	3.264,10	30	2100	1.164,10
DEZEMBRO	239	6.085,17	31	2170	3.915,17
TOTAL	2935,2	a\		20440	

Fonte: Autora.

Porém, por razões econômicas, não foi possível instalar os reservatórios com essas capacidades. Para o SAAC 1 foi utilizado um reservatório para água bruta de chuva de 500 litros e outro de 310 L para água filtrada. Para o SAAC 2 foi instalada uma caixa d'água de 310 L para água bruta de chuva e outro de 310 L para água filtrada (GONÇALVES, 2012).

8 METODOLOGIA

Conforme os objetivos desta pesquisa, foi realizado um estudo de caso. “É pressuposto básico desse tipo de estudo que uma apreensão mais completa do objeto só é possível se for levado em conta o contexto no qual este se insere” (ANDRÉ, 1984, p.52). Por isso, conforme a mesma autora, o estudo de caso é compreendido como uma estratégia de pesquisa que usa uma diversidade de fontes de informação.

Assim sendo, a consulta aos dados ambientais e socioeconômicos das comunidades de Ilha Grande e Ilha Murutucu, aos técnico-operacionais dos sistemas de abastecimento lá implantados pela UFPA²⁰, assim como aos dados nacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e às metas ou padrões presentes na literatura ou legislação, permitiu o estabelecimento de instrumentos de monitoramento (indicadores) a serem aplicados aos SAACs, aliando método quantitativo e qualitativo, de forma a ponderar sobre a sustentabilidade dos sistemas.

A metodologia adotada neste estudo é baseada na concepção geral contida no *Barometer of Sustainability*. Entretanto, neste trabalho a avaliação de sustentabilidade não faz a combinação dos dois eixos: humano e ecológico, não havendo, portanto, a representação gráfica da interseção entre os índices do bem-estar humano e bem-estar do ecossistema, assim como não utiliza as cinco dimensões pré-definidas que compõem cada eixo do BS.

Faz-se necessário esclarecer que a não adoção dos subsistemas humano e ecológico se deu por considerarmos que a representação do subsistema ecológico ficaria prejudicada em virtude de apresentar somente três indicadores em razão da escassez de dados ambientais. Deste modo, a opção foi por se considerar o sistema sendo constituído por dimensões, temas e indicadores.

Deste modo, neste estudo partimos da definição das dimensões de avaliação da sustentabilidade de cada sistema de abastecimento, inspiradas em Sachs (1993), e ao considerarmos estas dimensões como igualmente importantes, decidimos representá-las por seus respectivos índices em gráficos de radar de forma a evidenciar a avaliação de

²⁰Esses dados foram obtidos no ano de 2011 por Nircele Veloso (VELOSO, 2012) e Cristiane Gonçalves (GONÇALVES, 2012) - membros do grupo de Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente (GPAC Amazônia), liderado pelo professor Dr. Ronaldo Mendes, do qual a autora deste atual estudo também faz parte.

sustentabilidade dos sistemas de abastecimento e promover a reflexão e o debate sobre os fatores cruciais para a sustentabilidade destes.

Foram consideradas cinco dimensões da sustentabilidade (Social, econômica, técnico-operacional, ambiental e político-institucional). Estas foram subdivididas em 10 temas e em seus respectivos indicadores (ao todo são 16 indicadores). Os temas²¹ e os indicadores foram selecionados de maneira a serem representativos para cada dimensão com o objetivo de avaliar o sistema de aproveitamento de água de chuva como uma tecnologia social. Isto é, o objetivo é avaliar além de uma técnica somente, mas os processos de interação que indicam a potencialidade local dessa tecnologia.

Para cada tema foi identificado um indicador ou indicadores representativos. Os temas e indicadores escolhidos tiveram que satisfazer os seguintes critérios: a) representam questões essenciais para o desenvolvimento sustentável; b) são mensuráveis quantitativamente; c) são questões relevantes para os sistemas avaliados; d) estão disponíveis; e e) podem ser entendidos pelo público em geral.

Para superar a dificuldade de medida de indicadores se adota uma escala chamada de escala de desempenho desenvolvida pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e utilizada por Prescott-Allen para calcular o índice de bem-estar. De acordo com Siena (2008, p.364), “este tipo de escala valora as “coisas” de acordo com suas características próprias, permitindo empregar a medida mais adequada para o tema considerado”.

Os limites dos intervalos da EDL para a avaliação dos SAACs foram definidos a partir de padrões ou normas oficiais estabelecidas a nível nacional ou local ou foram arbitrariamente²² definidos nos casos em que não existem metas ou padrões determinados (quadro 3).

Por analogia à escala do Barômetro (EBS), a EDL é dividida em cinco intervalos, definidos por valores que representam condições variando de 0 a 100, isto é, de insustentável para sustentável (tabelas 10 e 11). Desta forma, conforme Kronemberger et al. (2004), a escala pode ser utilizada para avaliar a situação do indicador em relação à meta, norma ou padrão por diferentes períodos, detectando avanços ou retrocessos.

²¹ Temas são preocupações chave. São características das dimensões da sustentabilidade em termos de recursos ou processos. Contemplam as necessidades e condições dos sistemas em foco e, ao mesmo tempo, permitem comparação com avaliações em outros locais.

²² Nestes casos as escalas de desempenho foram construídas a partir das experiências dos autores e consultas à literatura.

8.1 SELEÇÃO DE INDICADORES E ELABORAÇÃO DAS ESCALAS DE DESEMPENHO LOCAL (EDL)

O resultado da organização dos indicadores em temas e dimensões, e destas em seus respectivos índices se tornou possível porque todas as medidas para os indicadores foram transformadas em escores utilizando uma mesma escala de desempenho (escala do BS). De acordo com Siena (2008), esse tipo de agregação serve a propósitos básicos como: 1. Facilitar o processo de tomada de decisões ao possibilitar uma análise abrangente por técnicos e políticos; 2. Permitir a comparação com os resultados encontrados com base na agregação por temas e dimensões.

A seguir apresenta-se detalhadamente cada dimensão de avaliação de sustentabilidade dos SAACs, e seus respectivos temas e indicadores, assim como os limites dos intervalos das EDLs.

8.1.1 DIMENSÃO AMBIENTAL

A inclusão de indicadores pautados na dimensão ambiental tem como objetivo garantir que os SAACs atendam às características naturais locais e ao mesmo tempo não comprometam a qualidade ambiental ao se utilizar dos recursos naturais.

Para avaliar a dimensão ambiental, foram definidos dois temas: Água de chuva (atmosfera) e Tratamento de efluentes. O primeiro tema (Água de chuva) foi subdividido em dois indicadores - **pH** e **Precipitação Média**, enquanto que o segundo (Tratamento de Efluentes) é constituído pelo indicador **Tratamento de Efluentes Domésticos**.

a. pH (Água de chuva- atmosfera)

O pH da água pura é igual a 7,0, contudo, no universo não encontramos água pura. A água de chuva, por exemplo, é formada pela dissolução do dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera na água pura, ocorrendo a formação de ácido carbônico (H_2CO_3). Deste modo, o pH da água resultante do equilíbrio com o CO_2 atmosférico é de 5,6, ou seja, a água pluvial é ácida. Porém, somente dizemos que a chuva tem um excesso de acidez quando seu pH for menor que 5,6²³ (ANDRADE; SARNO, 1990; SOUZA, et al., 2006).

²³ Verificou-se que nos Estados Unidos, Suécia e Canadá houve uma redução do número de peixes nos lagos em virtude de valores de pH <5 (ANDRADE; SARNO, 1990).

Como pode ser observado na tabela 4, em 50% das amostras de água de chuvas coletadas diretamente da atmosfera na área das ilhas Grande e Murutucu o pH se manteve acima de 5,6, valor considerado normal para águas pluviais.

Tabela 4. Campanhas de coleta e valores de pH das amostras de água de chuva da atmosfera.

Campanha	Data	pH
Campanha 01	17/1/2012	-
Campanha 02	23/1/2012	6,60
Campanha 03	6/2/2012	6,10
Campanha 04	27/2/2012	4,80
Campanha 05	6/3/2012	4,60
Campanha 06	11/3/2012	4,00
Campanha 07	13/3/2012	6,19
Campanha 08	18/3/2012	5,30
Campanha 09	21/3/2012	4,80
Campanha 10	26/3/2012	3,90
Campanha 11	28/3/2012	4,30
Campanha 12	3/4/2012	5,99
Campanha 13	11/4/2012	5,06
Campanha 14	16/4/2012	5,54
Campanha 15	18/4/2012	5,65
Média (pH)	-	5,2

Fonte: adaptado de Gonçalves, 2012.

Para fazer a escala de desempenho do indicador local para o **pH (água de chuva – atmosfera)**, a autora adotou como base a classificação de Cunha et al. (2009, p.341): o pH de água de chuvas é considerado normal quando for igual ou maior que 5,6, levemente ácido de 5 a 5,6 ou ácido quando seu valor for menor que 5. Deste modo, na EDL ficou definido que o pH menor que 5 é insustentável, de 5 a 5,5 é potencialmente sustentável, e igual ou maior que 5,6 é sustentável.

b. Precipitação média (mm)

Na tabela 16 (apêndice A), podem ser verificadas as médias mensais de Belém entre os anos de 1962-2012. Os dados pertencem ao banco de dados históricos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). E de acordo com a mesma tabela (tabela 16), conclui-se que a precipitação média anual de Belém é de 2533,6 mm, sendo que a estação chuvosa se concentra nos meses de dezembro a maio, com a média mensal máxima ocorrendo no mês de março (441,4 mm) e os valores pluviométricos mínimos ocorrem entre os meses de junho a novembro, com a mínima pluviométrica no mês de outubro (125,4 mm).

Para fazer a escala de desempenho do indicador local (EDL) para a precipitação média, considerou-se o cálculo da entrada (L/mês) e saldo (L/mês) de acordo com o consumo (L/mês) (observar tabelas 2 e 3). Foram considerados como insustentáveis valores que correspondessem a uma precipitação média (mm) insuficiente para atender o consumo mensal das famílias conforme os cálculos de entrada, isto é, todos os valores de precipitação abaixo de 77 mm na ilha Murutucu e abaixo de 68 mm na ilha Grande. Como os 6 meses com os menores índices pluviométricos (junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro), e consequentemente, com o menores valores de entrada e saldo atendem ao consumo mesmo com a redução da quantidade de água a ser captada, esses foram classificados como potencialmente sustentáveis e correspondem ao intervalo de 125-177. E o valores de precipitação média que correspondem aos meses da estação chuvosa (dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio) foram considerados como sustentáveis, sendo definido que valores iguais ou maiores a 239 (valor correspondente ao mês de dezembro e início do período chuvoso) são sustentáveis.

c. Tratamento de efluente resultante do uso de água produzida pelo SAAC

A resolução CONAMA nº 357 de 2005 dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água, como também estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes em seu capítulo IV. O artigo 24 deste mesmo capítulo estabelece: “Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

Deste modo, tomando como base a resolução CONAMA nº 357, este trabalho definiu que a situação ideal é o tratamento de 100% de tratamento de efluente resultante do uso de água produzida pelo SAAC. Como as classes da escala de desempenho local (EDL) foram construídas tomando esse patamar como ideal, o tratamento de 100% da água produzida pelo SAAC foi considerado como sustentável, enquanto que o tratamento de valores abaixo de 70% foi definido como insustentável.

8.2.2 DIMENSÃO SOCIAL

A incorporação da dimensão social aos sistemas de abastecimento de água tem como objetivo aliar as características e condições sociais dos habitantes das ilha Grande e Murutucu

à reaplicação e ao gerenciamento de tecnologias de abastecimento possibilitando o acesso à água de boa qualidade e melhores condições de vida aos moradores.

Para avaliar a dimensão Social foram definidos quatro temas (Educação, Habitação, Aceitabilidade e Manutenção). Estes temas são constituídos pelos seguintes indicadores, respectivamente: **População com 15 anos ou mais de estudos; estado de conservação dos telhados; interesse pelo SAAC e disponibilidade em realizar a limpeza do SAAC.**

a. População com 15 anos ou mais de estudo

O grau de escolaridade é elemento essencial a ser considerado na abordagem da população quanto às práticas de promoção, proteção e recuperação da saúde. Algumas condições de atenção à saúde são influenciadas pelo nível de escolaridade dos responsáveis pela condução da família, particularmente as condições de atenção à saúde das crianças. O baixo nível de escolaridade pode afetar negativamente a formulação de conceitos de autocuidado em saúde, além de afetar a noção de conservação ambiental e a percepção da necessidade de atuação do indivíduo em contextos sanitários coletivos (BRASIL, 2004, p. 17)

Assim sendo, a EDL foi estabelecida pela autora analisando os grupos de anos de estudo definidos pelo IBGE para inserir as pessoas que tenham 25 anos ou mais de idade de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2011 (IBGE, 2012). Consideramos que, em termos de anos de estudo, uma maior porcentagem da população que possua 15 anos ou mais de estudo como socialmente sustentável. Destarte, para a construção da EDL se constatou que em nível nacional o pior caso corresponde ao estado do Maranhão, com 5,4% de sua população como 15 ou mais anos de estudo, e como melhor caso o Distrito Federal com 24, 6% de pessoas nessa condição.

Entretanto, como a porcentagem da população das ilhas Grande e Murutucu que possuem 15 anos ou mais de estudos é menor que o pior caso em âmbito nacional, condição que pode ser observada na tabela 5, decidimos por dividir o valor do melhor caso em cinco intervalos aproximados para construir a EDL.

Tabela 5: Distribuição percentual por grupos de anos de estudo nas ilhas Grande e Murutucu.

Comunidade	Sem instrução e menos de 1 ano	1 a 3 anos	4 a 7 anos	8 anos	9 a 10 anos	11 anos	12 a 14 anos	15 anos ou mais
Ilha Grande (%)	12,8	35,6	33,3	4,5	6,8	5,3	0	1,5
Ilha Murutucu (%)	15,7	40,8	29,5	3,4	2,4	5,9	0,98	1,9

Fonte: Autora.

b. Estado de Conservação dos Telhados

Para a garantia do volume de água necessário aos SAACs foi feita uma avaliação do estado de conservação dos telhados das residências nas Ilhas Grande e Murutucu. Essa avaliação feita por Veloso (2012) permitiu constatar que de uma forma geral os telhados apresentam condições físicas suficientes para atender a demanda de consumidores.

A captação de água em muitas residências é viabilizada pela configuração padrão do projeto construtivo do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), tendo em vista que algumas comunidades foram contempladas recentemente com ações sociais de infraestrutura que disponibilizaram casas novas para os ribeirinhos como mostra a figura 10. Contudo, as casas construídas segundo o padrão INCRA, não é a realidade de todos os moradores. Por isso foram avaliados os materiais de constituição dos telhados de todas as residências.

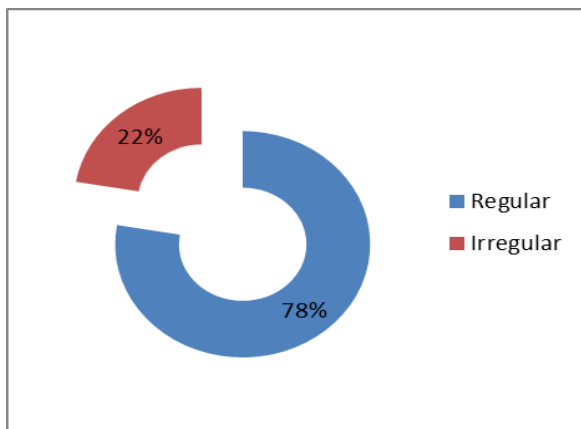
Figura10. Telhado de uma casa padrão INCRA.



Fonte: Veloso (2012).

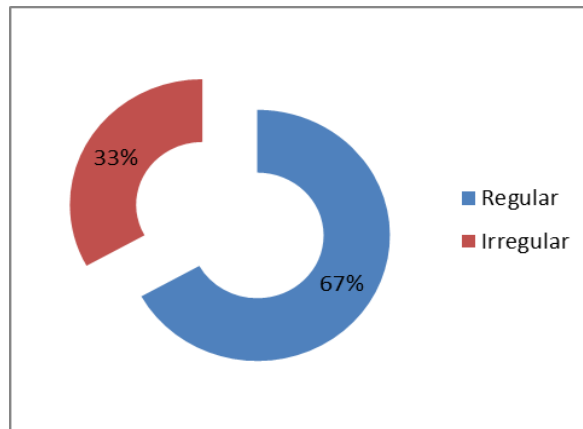
Veloso (2012) analisou o estado de conservação dos telhados e considerou parâmetros perceptivos de classificação como: estrutura física (madeiramento adequado), situação das telhas quanto ao estado de conservação e área necessária ao escoamento da água. Sendo então apontados como regulares ou irregulares. A investigação revelou a seguinte categorização, conforme os gráficos 1 e 2:

Gráfico1. Estado de conservação dos telhados - ilha Grande.



Fonte: Autora.

Gráfico 2. Estado de conservação dos telhados - ilha Murutucu.



Fonte: Autora.

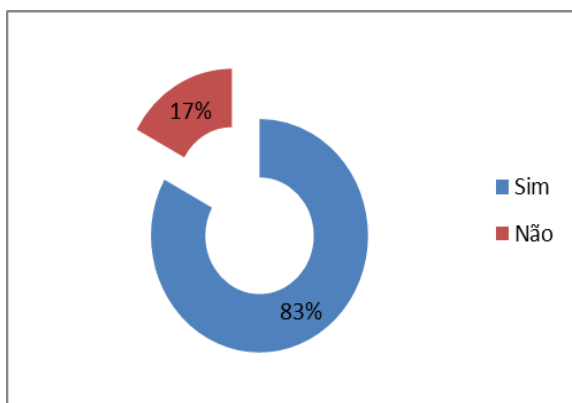
A escala de desempenho do indicador local (EDL) para o **estado de conservação dos telhados** estabeleceu 100% dos telhados em condições de implantação dos SAACs como categoria sustentável.

c. Interesse pelo SAAC

Na escala de desempenho do indicador local para o **Interesse pelo SAAC**, o interesse acima de 80% da população de cada ilha (Ilha grande e Ilha Murutucu) foi tomado como sustentável, enquanto que valores abaixo de 20% foram considerados insustentáveis.

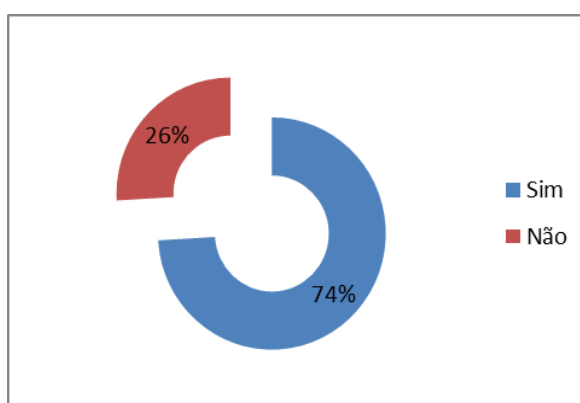
De acordo com pesquisa realizada Veloso (2012), constatou-se que os moradores das Ilhas Grande e Murutucu possuíam grande interesse em adquirir o sistema de aproveitamento de água da chuva, 83% e 74%, respectivamente (gráficos 3 e 4).

Gráfico 3. Interesse pelo SAAC ilha Grande.



Fonte: Autora.

Gráfico 4. Interesse pelo SAAC ilha Murutucu.



Fonte: Autora.

d. Disponibilidade dos Moradores em realizar a Limpeza do SAAC

A EDL para o indicador **Disponibilidade dos Moradores em realizar a Limpeza do SAAC** estabeleceu como sustentável a disponibilidade de 100% da população de cada ilha (Ilha grande e Ilha Murutucu) para a realização de limpeza dos sistemas tendo em vista a importância da higienização dos SAACs para garantia de que as características físico-químicas atendam aos padrões de potabilidade da portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

8.3.3 DIMENSÃO ECONÔMICA

A dimensão econômica inclui em sua análise a possibilidade de pagamento do SAAC pelos próprios beneficiários.

Para avaliar a dimensão econômica foi definido o tema Investimentos e Benefícios, sendo este constituído por dois indicadores: **Tempo de Retorno de Capital (TRC)** e **Relação Benefício /Custo (B/C)**.

a. Tempo de Retorno de Capital (TRC)

Conforme Dias, Athayde Junior, Gadelha (2007), existem dois indicadores do **Tempo de Retorno de Capital (TRC)**: o TRC não descontado e o TRC descontado. Esta pesquisa fez uma análise do **TRC não descontado**: tempo necessário (meses ou anos) para o retorno do investimento inicial, desconsiderando as taxas de juros e o aumento das grandezas monetárias durante a análise do projeto. O valor do TRC indica quanto tempo é necessário para que os benefícios se igualem ao custo de investimento.

A análise do TRC está diretamente relacionada com o tempo de vida útil do projeto. Um projeto somente é atrativo se o seu tempo de vida útil é superior ao tempo de retorno do capital investido. Logo, para fazer a escala de desempenho do indicador local (EDL) correspondente ao **Tempo de Retorno de Capital**, considerou-se o tempo de vida útil do projeto nas comunidades de Ilha Grande e Ilha Murutucu, assim como os gastos mensais com a compra de água e os custos de instalação dos SAACs. Os dados referentes a estes dois aspectos estão presentes na tabela 6.

Tabela 6. Comparação dos gastos com a compra de água e instalação dos SAACs nas ilhas Grande e Murutucu.

Local	Gasto Mensal com a compra de H ₂ O	Custo de Instalação do SAAC	TRC
Ilha Grande	R\$ 288,00	R\$ 2.110,58	7,3 meses
Ilha Murutucu	R\$ 168,00	R\$ 1.638,88	9,8 meses

Fonte: Autora.

Como os sistemas foram instalados em agosto de 2011, eles possuem 2 anos de vida útil, sendo considerado como sustentável o retorno do capital investido no projeto no período de 1 - 24 meses e acima de 25 meses foi tomado como insustentável.

b. Relação Benefício /Custo (B/C)

De acordo Dias, Athayde Junior e Gadelha (2007), para a implantação e a operação de um projeto de engenharia, irão ocorrer custos que incidirão ao longo da vida útil do projeto. Normalmente os projetos de engenharia operam durante dezenas de anos, de maneira que os custos envolvidos são contabilizados e podem ser divididos em duas categorias: os custos de investimento e os custos de exploração. Os custos de investimento correspondem aos investimentos fixos necessários durante a fase inicial de um projeto para implementá-lo, enquanto que os custos de exploração são os correspondentes à operação e à manutenção do sistema, sendo custos variáveis que ocorrem em parcelas mensais ou anuais, ou seja, dependem da escala de tempo utilizada na análise: mensal ou anual.

Já os benefícios de um projeto “[...] podem ser classificados em diretos e indiretos, como também tangíveis e intangíveis. Os benefícios diretos estão constituídos pelos resultados imediatos do projeto; já os benefícios indiretos são proporcionados, de maneira não intencional [...]. Os benefícios tangíveis são aqueles que podem ser expressos em valores econômicos [...] [e.g., economia com gastos na compra de água, por exemplo], enquanto os intangíveis são os que não admitem uma avaliação econômica direta (e.g., o interesse social, político e ambiental)” (DIAS; ATHAYDE JUNIOR; GADELHA, 2007, p.547).

Com relação aos sistemas de aproveitamento de água de chuva implantados nas ilhas Grande e Murutucu, a relação Benefício/Custo econômico foi analisada a partir da comparação entre os custos necessários para a instalação dos sistemas e os benefícios tangíveis referentes a economia na compra de água.

Faz-se necessário lembrar que os ribeirinhos das duas comunidades supracitadas pagam o valor de R\$ 2,00²⁴ pelo garrafão de 20 L de água. Este volume de água corresponde ao consumido diariamente para cozinhar, lavar alimentos e beber por uma família constituída por 5 pessoas. Assim, por meio da tabela 7, podemos observar que os gastos com a implementação do projeto de abastecimento são menores que os gastos anuais com a compra de água.

Tabela 7. Comparação dos gastos com a compra de água e redução de custos com a instalação dos SAACs nas ilhas Grande e Murutucu.

Sistemas	Gasto Anual com a Compra de H ₂ O	Custo de Instalação dos Sistemas	Redução de Custos com a implementação do SAAC
SAAC1 (ilha Grande)	R\$ 3.456,00	R\$ 2.110,58	R\$ 1.346,00
SAAC2 (ilha Murutucu)	R\$ 2.016,00	R\$ 1.638,88	R\$ 377,12

Fonte: Autora.

A escala de desempenho local (EDL) para o indicador **relação Benefício/Custo** econômico foi construída baseada na redução dos custos ao comparar os gastos de implementação do projeto, caso os sistemas fossem pagos pelos ribeirinhos, e os valores gastos com garrafões de água. Consideramos o período de 1 ano. A redução dos custos de implementação do SAAC de 0% - 20% foi considerada como insustentável, de 21% - 40% como potencialmente insustentável, de 41% - 60% como intermediário, de 61% - 80% como potencialmente sustentável, de 80% - 100%²⁵ como sustentável.

8.4.4 DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL

A sustentabilidade político-institucional depende da existência em um país, região, estado ou município, da composição de políticas públicas ambientais que possibilitem o planejamento, estratégia e ações específicas que garantam a qualidade ambiental e a participação da sociedade civil organizada em um determinado território (OLIVEIRA; MARTINS, 2009).

Leme (2010) considera que os municípios possuem um papel importante na implementação da gestão ambiental, tendo em vista que somente no âmbito local é possível

²⁴ O valor de R\$ 2,00 por cada garrafão se mantém nos últimos três anos (2011, 2012 e 2013).

²⁵ É necessário salientar que a sustentabilidade do SAAC por meio da redução de 81% a 100% dos custos que os ribeirinhos teriam com a implementação do projeto de abastecimento ao compará-la com os gastos anuais na compra de água, refere-se, de acordo com Lassance e Pedreira (2004), a penúltima etapa de implantação das Tecnologias Sociais: a concretização da tecnologia como política pública.

obter uma imagem precisa dos principais problemas ambientais bem como das reais necessidades da população. Além disso, de acordo com o mesmo autor, o município é o espaço territorial e de governo mais próximo do cidadão, facilitando a difusão de políticas públicas.

No presente trabalho, a avaliação de sustentabilidade da dimensão político-institucional acontece pela identificação de políticas ambientais municipais e espaços de participação social que possam garantir a reaplicação de tecnologias de abastecimento de água potável como política pública. Essa dimensão foi avaliada por meio dos temas Legislação Ambiental e Organização Social. O primeiro tema possui um único indicador intitulado de **Lei específica sobre o meio ambiente**, enquanto que o segundo possui três indicadores **Representação da Sociedade Civil no Conselho Municipal de Meio Ambiente (CMMA)**, **Representação da Sociedade Civil no Fórum 21** e **Existência de organizações sociais locais**.

a. Lei específica sobre o meio ambiente

A Constituição Federal (CF) de 1988 assegura aos municípios autonomia e competência para legislar sobre meio ambiente ao permitir com que governos municipais criem leis próprias, tanto para atender aos interesses locais quanto para suplementar as legislações federal e estadual (RODEMBUSCH, 2010).

De acordo com a pesquisa publicada pelo IBGE em 2009, 46,8% dos municípios brasileiros tinham algum tipo de legislação ambiental, sendo que os melhores casos foram encontrados nas regiões Sudeste e Sul, pois mais da metade dos municípios, 53,7% e 52,2%, respectivamente, possuem legislação ambiental. Na região Norte cerca de metade dos municípios (49,9%) possui leis específicas sobre o meio ambiente. Entretanto, os piores percentuais foram registrados nas Regiões Centro-Oeste (46,1%) e Nordeste (36,1%) (IBGE, 2009).

A instituição de uma Política Municipal de Meio Ambiente (PMMA) cria um sistema municipal cuja estrutura de gestão e os seus instrumentos (Conselho Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e órgãos seccionais) têm o objetivo de regulamentar questões ambientais locais como preservação, conservação, defesa, melhoria, recuperação, uso sustentável dos recursos naturais (SOUZA et al., 2003).

No município de Belém, a PMMA e o sistema de meio ambiente foram instruídos por meio da lei nº 8389/ 2005. O capítulo II dessa política deixa claro no inciso VIII do artigo 8 que um dos seus objetivos é: “promover o desenvolvimento de pesquisas e a geração e difusão

de tecnologias, orientadas para o uso racional dos recursos naturais” (BELÉM, 2005). Este objetivo contempla a próxima etapa que deverá ser atingida pelo SAAC desenvolvido pelos pesquisadores da UFPA: a difusão dos sistemas de abastecimento de água.

A lei orgânica do município de Belém é outro exemplo de lei que, mesmo não tratando especificamente de questões ambientais, também pode ser usada em favor da disseminação dos SAACs. O capítulo VI desta lei, além de definir ações de preservação, conservação e controle do meio ambiente, também determina os direitos individuais e coletivos fundamentais. O seu artigo 186 garante abastecimento de água a todos os cidadãos do município: “todos os munícipes têm direito aos serviços de saneamento, incluindo-se entre outros, a drenagem urbana, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, [...] bem como todas as atividades relevantes para a promoção da qualidade de vida da população” (BELÉM, 1990).

O plano diretor de Belém, como instrumento básico de desenvolvimento do município, também se torna favorável à reaplicação dos SAACs ao deixar explícito no inciso V do artigo 34 que para garantir a eficiência dos serviços de abastecimento de água o município deverá: “desenvolver alternativas de utilização de águas pluviais e reuso de água, para fins potáveis e não-potáveis” (BELÉM, 2008).

Destarte, a partir da análise de leis ambientais já instituídas no município de Belém, a autora definiu como sustentável para a EDL do indicador **Lei específica sobre o meio ambiente** a existência de leis ambientais que estimulem a implantação dessas alternativas, e convencionou que esta situação seria equivalente a 100, enquanto que a inexistência de legislação ambiental que sustentasse tal propósito representaria uma situação insustentável e estabeleceu que esta situação seria equivalente a 0²⁶.

b. Representação da Sociedade Civil no CMMA

As políticas ambientais nos municípios dependem de soluções criativas locais e da interação da população com os representantes políticos. E, de acordo com Leme (2010), os órgãos que tratam sobre questões ambientais, como os conselhos municipais (CMMAs) de meio ambiente, são espaços criados a partir de 1988 com a publicação da Constituição Federal

²⁶ No caso do indicador *Lei específica sobre o meio ambiente* não foi realizado o cálculo do Grau do Indicador Local na Escala do Barômetro da Sustentabilidade em virtude de não ser um indicador quantitativo. Por isso a necessidade de convencionarmos que o valor mínimo (insustentável) é sempre 0 e o valor máximo (sustentável) é sempre 100.

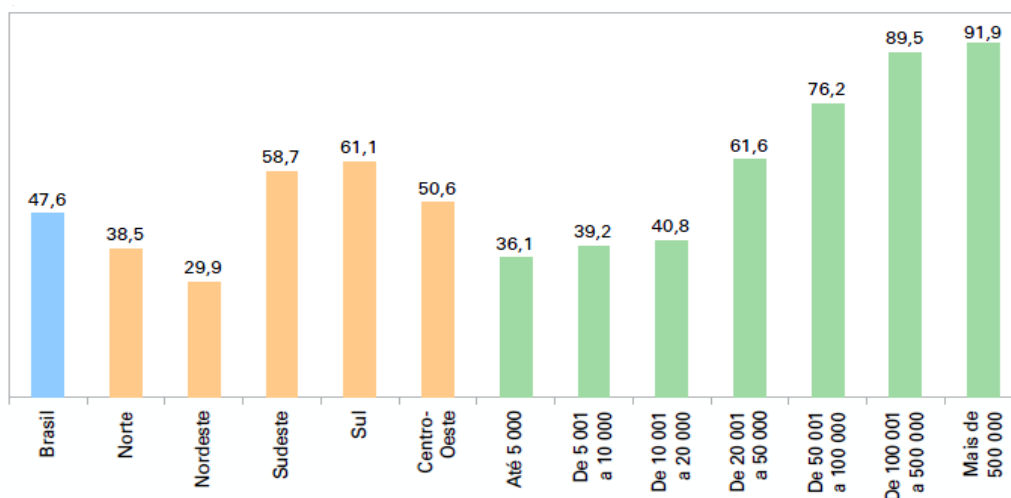
com o objetivo de fortalecer um novo modelo de gestão pública que promova a descentralização das decisões e amplie o espaço de participação da sociedade.

Porém, é necessário salientar que os CMMAs não têm a função de criar leis, mas podem sugerir a criação destas, assim como a adequação e a regulamentação das já existentes, assessorando o poder público municipal.

O CMMA reúne representantes legítimos de todos os segmentos da sociedade local - órgãos públicos, setores empresariais e políticos e organizações da sociedade civil - interessados na qualidade ambiental e em um desenvolvimento em conformidade com os interesses econômicos, sociais e ambientais locais (IBGE, 2009).

O IBGE (2009), mesmo não possuindo condições de realizar uma avaliação mais precisa sobre o funcionamento e possíveis benefícios acarretados com a implantação dos CMMAs, já constatou que estes são mais frequentes entre os municípios mais populosos e entre as regiões economicamente mais desenvolvidas do país (gráfico 5).

Gráfico 5. Percentual de municípios com CMMA, segundo as grandes regiões e classes de tamanho da população dos municípios - 2008



Fonte: IBGE, 2009

Outro aspecto analisado pelo IBGE (2009) e que influencia diretamente a avaliação realizada neste trabalho sobre o CMMA de Belém é o grau de democratização dos conselhos, isto é, a composição do fórum. Os resultados do IBGE mostram que a maioria (71,6%) dos CMMAs no Brasil são paritários²⁷, enquanto que 18,5% e 9,9% possuem como maior representação a sociedade civil e o poder público, respectivamente.

²⁷ Constituídos por partes iguais de representantes do governo e da sociedade civil.

A lei nº 8233 que cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente de Belém como um órgão colegiado de caráter deliberativo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente define a composição do CONSEMMA na seção II do art.8: “O Conselho Municipal de Meio Ambiente - CONSEMMA terá composição paritária, com vinte e seis membros titulares do Poder Público e treze titulares e respectivos suplentes representantes de entidades da sociedade civil” (BELÉM. 2003).

Neste estudo, considerando a tendência de uma nova forma de gestão ambiental com maior participação da sociedade civil, e por conseguinte, com a possibilidade de aumentar o número de proposições de políticas públicas que atendam realmente a necessidade da população, principalmente no que concerne ao abastecimento de água em comunidades rurais, a autora definiu na EDL para o indicador **Representação da Sociedade Civil no CMMA**, o percentual de 50% ou mais de representação da sociedade civil no Conselho como sustentável.

c. Representação da sociedade civil no Fórum 21

A temática da participação tem sido relevante no âmbito das políticas ambientais, a Agenda 21 local, assim como o CMMA, ratifica a necessidade de envolvimento da comunidade nas etapas do processo de formulação e gestão de políticas ambientais, além de legitimar o processo de tomada de decisão pela sociedade civil.

A Agenda 21 local é resultado de um processo participativo e multissetorial de elaboração de um programa de ação dirigido ao desenvolvimento sustentável local (IBGE, 2006). Em 2009, 19,9% dos municípios haviam iniciado o processo de elaboração da Agenda 21, sendo que geralmente está presente em municípios de maior porte populacional - mais de 500 000 habitantes (60,0%) e de 100 001 a 500 000 habitantes (49,4%). Em termos de grandes regiões, a presença maior é na região Norte (27,4%), seguida da Nordeste (25,8%) e Sudeste (18,5%). As regiões Centro-Oeste e Sul apresentam as menores porcentagens de municípios que iniciaram a elaboração da Agenda 21, 13,7% e 12,4%, respectivamente (IBGE, 2010).

No município de Belém, o programa "Agenda 21 Local" foi instituído no ano de 1998, com a finalidade de normatizar e encaminhar as ações necessárias ao planejamento sócio-econômico-ambiental da cidade. E de forma a executar o programa foi instituído o fórum 21, sendo este um colegiado de caráter consultivo e deliberativo, constituído por vinte e um integrantes, 9 representantes do poder público e 11 de entidades da sociedade civil.

Nesta pesquisa, considerando a possibilidade de aumentar o número de proposições políticas efetivamente públicas e que garantam o abastecimento de água em comunidades ribeirinhas a partir de uma maior e efetiva participação da sociedade civil, assim como no caso do CMMA, a autora definiu para EDL do indicador **Representação da sociedade civil no Fórum 21**, o percentual de 50% ou mais de representação da sociedade civil no Fórum como sustentável.

d. Existência de organizações sociais locais

Nas ilhas de Belém, os habitantes se organizam de diversas formas. A criação dessas organizações é estimulada por gestões municipais e/ou estaduais, entidades religiosas, organizações esportivas, etc. O resultado de diferentes estímulos é a criação de associações de classe, religiosas, esportivas e de outros gêneros (SILVA, 2010).

Tal contexto relatado por Silva (2010) também caracteriza as ilhas Grande e Murutucu, pois de acordo com o relato dos moradores, nessas comunidades também atuam diferentes organizações, como: Associação de Moradores da Ilha Grande, Associação de Moradores da Ilha Murutucu, Associação de Mulheres das ilhas, Colônia de Pescadores das ilhas Sul de Belém, Associação de Agricultores familiares e de pescadores Artesanais das ilhas de Belém (AFAPIP), Fórum de Desenvolvimento Sustentável das ilhas de Belém.

Dentre as organizações de moradores já citadas, é necessário salientar a importância do Fórum de Desenvolvimento Sustentável das ilhas de Belém, pois é uma organização que possui como objetivo desenvolver o território das comunidades ribeirinhas, promovendo, ao mesmo tempo, a conservação dos recursos naturais dessas áreas rurais. Conforme o Pe. Jonas da Silva, coordenador do Fórum das ilhas de Belém, o Fórum atua nas 39 ilhas do município por meio de reuniões que são realizadas mensalmente com ampla participação dos moradores das comunidades locais.

Assim sendo, para avaliar o indicador **Existência de organizações sociais locais**, a autora definiu que na EDL a existência de organizações sociais e a atuação destas nas comunidades como condição sustentável, e convencionou que tal situação seria equivalente a 100. Já a inexistência de organizações e/ou não atuação destas representaria uma situação insustentável, logo essa situação teria o valor igual a 0²⁸.

²⁸ No caso do indicador *Existência de organizações sociais locais* não foi realizado o cálculo do Grau do Indicador Local na Escala do Barômetro da Sustentabilidade em virtude de não ser um indicador quantitativo. Por isso a necessidade de convencionarmos que o valor mínimo (insustentável) é sempre 0 e o valor máximo (sustentável) é sempre 100.

8.5.5 DIMENSÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Os indicadores técnico-operacionais permitem avaliar duas condições essenciais do SAAC: o atendimento das necessidades hídricas das famílias ribeirinhas para beber, lavar alimentos e cozinhar e a qualidade da água quanto aos padrões de potabilidade da portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Para avaliar a dimensão técnico-operacional foram definidos dois temas e cinco indicadores. O primeiro tema Volume de Água do SAAC é constituído pelo indicador **Água Fornecida**, já o segundo tema Qualidade da Água do SAAC é constituído pelos indicadores **Coliformes Totais**, ***E. coli***, **pH** e **Turbidez**.

a. Água Fornecida (L *per capita*/dia)

Os SAACs são constituídos por dois reservatórios cada um (um para receber a água bruta da chuva e outro para receber a água filtrada) e como já foi dito no capítulo 6, por razões financeiras, nos dois sistemas foram utilizados reservatórios de 310L para receber a água filtrada.

Deste modo, a autora deste trabalho considerou para a construção da EDL para o indicador **Água fornecida** o consumo médio diário dos habitantes das ilhas para beber, lavar alimentos e cozinhar, ou seja, 5 L. Sendo que o fornecimento diário igual ou maior que 5L foi tomado como sustentável e entre 0-4 L como insustentável.

b. Coliformes Totais

A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que deve haver ausência de Coliformes Totais em 100 mL. Assim, a escala de desempenho do indicador local tomou como sustentável a ausência de coliformes totais em 100% das amostras coletadas dos SAACs 1 e 2.

c. *Escherichia coli* (*E. Coli*)

A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que deve haver ausência de *Escherichia coli* em 100 mL. Assim, a EDL para o indicador ***E. coli*** foi construída da seguinte forma: se não houvesse alguma amostra que apresentasse *Escherichia coli*, os sistemas seriam sustentáveis. Tendo alguma amostra positiva os sistemas são insustentáveis.

d. pH

De acordo com a Portaria nº 2914/2011, art.39, inciso 1º “Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5”.

Os valores mínimos de pH encontrados nos sistemas 1 e 2, foram respectivamente, 3,7 e 3,8. Todavia, observa-se que nos dois sistemas a maior parte das análises apresentou valores de pH iguais ou superiores a 5,0, apresentando valor máximo de 6,5 no SAAC 1 (ilha Grande) e de 6,2 no SAAC 2 (ilha Murutucu) – tabela 8.

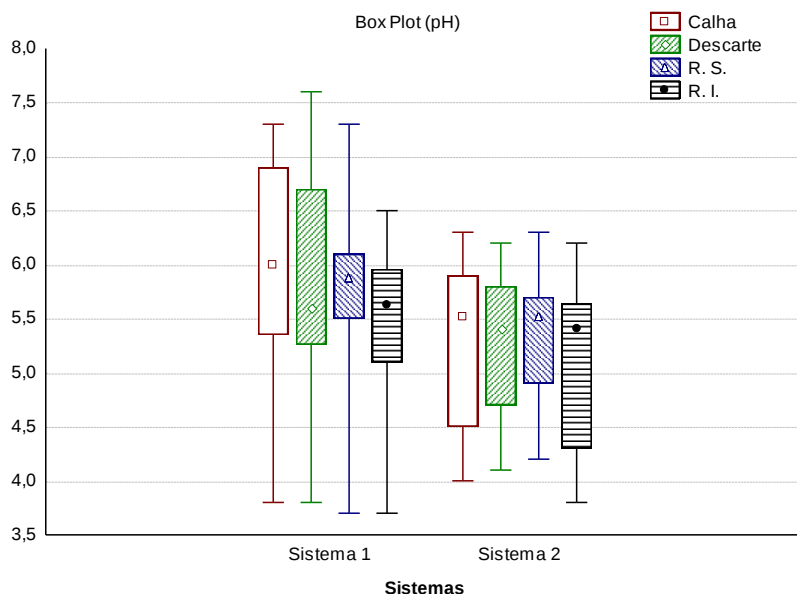
Tabela 8. Valores de pH nos reservatórios inferiores do SAACs 1 e 2.

Campanhas	Valor de pH (SAAC 1)	Valor de pH (SAAC 2)
Campanha 01	5,70	5,70
Campanha 02	6,40	6,20
Campanha 03	6,50	5,40
Campanha 04	5,10	4,70
Campanha 05	5,40	3,80
Campanha 06	3,90	4,50
Campanha 07	6,15	5,52
Campanha 08	5,10	4,70
Campanha 09	5,20	4,10
Campanha 10	3,70	4,20
Campanha 11	4,40	4,30
Campanha 12	5,62	5,46
Campanha 13	5,73	5,44
Campanha 14	5,84	5,64
Campanha 15	5,96	5,67
Média (pH)	5,38	5,02

Fonte: Gonçalves (2012).

No gráfico 6, é possível ver claramente que os dados do SAAC 1 possuem maiores medianas com relação ao SAAC 2, indicando que o pH da água do sistema 1 tende a ser menos ácido que o pH do sistema 2.

Gráfico 6. Box plot do parâmetro pH dos sistemas 1 e 2



Fonte: Gonçalves (2012).

Para fazer a EDL do indicador **pH**, definimos como insustentável tanto para o SAAC 1 quanto para o SAAC 2 o valor abaixo de 6,0, pois são valores de pH que indicam a acidez da água, e consequentemente, a inadequação ao consumo humano, e o intervalo de 6,0 - 9,5 como sustentável, de maneira a respeitar a portaria do ministério da saúde.

e. Turbidez

No projeto inicial, os pesquisadores da UFPA tinham o objetivo de construir filtros lentos de areia. Para isso seriam necessários dois filtros de diâmetro comercial de 200 mm, mas como priorizaram materiais que seriam economicamente mais acessíveis aos moradores das ilhas de Belém, visando a necessidade de substituição de algum item, os pesquisadores decidiram construir três filtros de 100 mm, dois no SAAC 1 (ilha Grande) e um no SAAC 2 (ilha Murutucu). Pelos dimensionamentos dos filtros adotados, as taxas de filtração nos dois sistemas (1 e 2) ficaram acima de $7\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ e $8\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$, respectivamente. Fora da taxa ideal para filtração lenta - $4\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ - $6\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$.

Por conseguinte, apesar do filtro proposto para os sistemas instalados nas ilhas Murutucu e Grande não se enquadrarem nem em filtração rápida e nem em filtração lenta, ainda assim, os valores de turbidez foram avaliados de acordo com o VMP²⁹ para filtração lenta, ou seja, 1,0 UT. Destarte, como estamos analisando somente os valores de turbidez de

²⁹ Valor Máximo Permitido

água filtrada, vamos nos deter ao comportamento da turbidez no reservatório inferior (pós filtração) – observar tabela 9.

Tabela 9. Turbidez na água dos sistemas 1 e 2.

Sistemas	Mínimo	Máximo	Média
SAAC 1 (Ilha Grande)	0	1,63	0,47
SAAC 2 (Ilha Murutucu)	0	1,29	0,5

Fonte: Gonçalves (2012).

A EDL para o indicador **Turbidez** foi construída baseada no valor máximo permitido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde para filtração lenta (1,0 UT), sendo que valores iguais ou menores que 1,0 UT foram considerados como sustentáveis.

Tabela 10. Escala de Desempenho Local (EDL) de cada indicador e sua associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade (EBS) – SAAC Ilha Grande.

DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (IDS)	IDS LOCAL	ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE (EDS)				
			0 – 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 - 100
			INSUSTENTÁVEL	POTENCIALMENTE INSUSTENTÁVEL	INTERMEDIÁRIO	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	SUSTENTÁVEL
			ESCALA DE DESEMPENHO DO INDICADOR LOCAL (EDL)				
AMBIENTAL	pH (ÁGUA DA CHUVA DA ATMOSFERA)	5,2	<5,0	-	-	5,0 - 5,5	≥ 5,6
	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	125,4	<77,0	-	-	125,0 - 177,0	> 239,0
	TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS (%)	0,0	0,0 - 70,0	71,0 - 85,0	86,0 - 95,0	96,0 - 99,0	100,0
SOCIAL	POPULAÇÃO COM 15 ANOS OU MAIS DE ESTUDO (%)	1,5	1 - 5,4	5,5 - 9,9	10,0 – 14,4	14,5 - 18,9	≥19 - 24,6
	ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS TELHADOS (%)	78	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0
	INTERESSE PELO SAAC (%)	83	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0
	DISPONIBILIDADE DOS MORADORES EM REALIZAR A LIMPEZA DO SAAC (%)	80,2	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0
ECOMÔMICA	TEMPO DE RETORNO DE CAPITAL (TRC) Meses	7,3 meses	≥25,0	-	-	-	24,0 – 1,0
	RELAÇÃO BENEFÍCIO /CUSTO (B/C) (%)	38,9	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0

Tabela 10. Continuação.

POLÍTICO- INSTITUCIONAL	LEI ESPECÍFICA SOBRE O MEIO AMBIENTE	100	0	-	-	-	100
	REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO CONSELHO DE MEIO AMBIENTE (%)	33,0	<50,0	-	-	-	≥50,0
	REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO FÓRUM 21 (%)	52,38	<50,0	-	-	-	≥50,0
	EXISTÊNCIA DE ORGANIZAÇÕES SOCIAIS LOCAIS	100	0	-	-	-	100
TÉCNICO- OPERACIONAL	ÁGUA FORNECIDA L per capita/dia	16,0	0,0 – 3,0	-	-		≥4,0
	COLIFORMES TOTAIS (%)	93,33	100,0 - 76,0	75,0 – 51,0	50,0 – 26,0	25,0 – 1,0	0,0
	E. COLI	6,0	≥1,0	-	-	-	0,0
	pH (Reservatório Inferior)	5,38	<6,0	-	-	-	≥6,0 - 9,5
	TURBIDEZ UT	0,47	-	-	-	1,63 - 1,1	1,0 – 0,0

Fonte: Autora

Tabela 11. Escala de Desempenho Local (EDL) de cada indicador e sua associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade (EBS) – SAAC Ilha Murutucu.

DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (IDS)	IDS LOCAL	ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE (EDS)				
			0 – 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 – 100
			INSUSTENTÁVEL	POTENCIALMENTE INSUSTENTÁVEL	INTERMEDIÁRIO	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	SUSTENTÁVEL
			ESCALA DE DESEMPENHO DO INDICADOR LOCAL (EDL)				
AMBIENTAL	pH (ÁGUA DA CHUVA DA ATMOSFERA)	5,2	>5,0	-	-	5,0 - 5,5	≥ 5,6
	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	125,4	<68,0	-	-	125,0 – 177,0	> 239,0
	TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS (%)	0,0	0,0 – 70,0	71,0 – 85,0	86,0 – 95,0	96,0 – 99,0	100,0
SOCIAL	POPULAÇÃO COM 15 ANOS OU MAIS DE ESTUDO (%)	1,9	1 - 5,4	5,5 - 9,9	10,0 – 14,4	14,5 - 18,9	≥19 - 24,6
	ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS TELHADOS (%)	67,0	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0
	INTERESSE PELO SAAC (%)	74,0	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0
	DISPONIBILIDADE DOS MORADORES EM REALIZAR A LIMPEZA DO SAAC (%)	67,5	0,0 – 20,0	21,0 – 40,0	41,0 – 60,0	61,0 – 80,0	81,0 – 100,0
ECOMÔMICA	TEMPO DE RETORNO DE CAPITAL (TRC) Meses	9,8	≥25,0	-	-	-	24,0 – 1,0
	RELAÇÃO BENEFÍCIO /CUSTO (B/C) (%)	18,7	81,0 – 100,0	80,0 – 61,0	60,0 – 41,0	40,0 – 21,0	20,0 – 0,0

Tabela 11. Continuação.

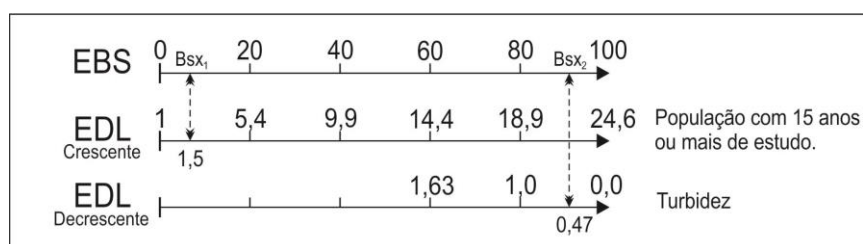
POLÍTICO- INSTITUCIONAL	LEI ESPECÍFICA SOBRE O MEIO AMBIENTE	100	0	-	-	-	1
	REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO CONSELHO DE MEIO AMBIENTE (%)	33,0	<50,0	-	-	-	≥50,0
	REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO FÓRUM 21 (%)	52	<50,0	-	-	-	≥50,0
	EXISTÊNCIA DE ORGANIZAÇÕES SOCIAIS LOCAIS	100	0	-	-	-	100
TÉCNICO- OPERACIONAL	ÁGUA FORNECIDA L per capita/dia	14,0	0,0 – 3,0	-	-		≥4,0
	COLIFORMES TOTAIS (%)	100,0	100,0 – 76,0	75,0 – 51,0	50,0 – 26,0	25,0 – 1,0	0,0
	E. COLI	12,0	≥1,0	-	-	-	0,0
	pH (Reservatório Inferior)	5,0	<6,0	-	-	-	6,0 - 9,5
	TURBIDEZ UT	0,5	-	-	-	1,29 - 1,0	1,0 – 0,0

Fonte: Autora

9. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Depois de elaboradas as escalas de desempenho local (EDLx), como mostrado nas tabelas 10 e 11, foi feita a transposição do valor numérico do indicador local (DLx) para a escala do barômetro da sustentabilidade (EBS), através de interpolação linear simples. A figura 11 ilustra a transposição de escalas, e a relação entre DLx e BSx, seja a EDL crescente ou decrescente.

Figura 3. Operação de cálculo do Grau do Indicador Local na Escala do Barômetro da Sustentabilidade.



$$BS = \left\{ \left[\frac{(DL_A - DL_x) \cdot (BS_A - BS_P)}{(DL_A - DL_P)} \right] \cdot (-1) \right\} + BS_A$$

Onde: A = limite anterior do intervalo que contém x

P = limite posterior do intervalo que contém x.

Fonte: adaptado de Kronemberger; Carvalho; Clevelario Junior (2004).

Em seguida, após de obtidos os graus dos indicadores locais, os indicadores foram agregados hierarquicamente por meio de média aritmética, do indicador para o tema, do tema para a dimensão, e da dimensão para o grau de sustentabilidade dos SAACs, conforme mostrado nas tabelas 12 e 13.

Tabela 12. Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas e Dimensões na Escala do Barômetro da Sustentabilidade – SAAC Ilha Grande.

IDS	GRAUS DOS IDS	GRAUS DOS TEMAS (ÍNDICES TEMÁTICOS)	GRAUS DAS DIMENSÕES	SITUAÇÃO DA DIMENSÃO EM RELAÇÃO À SUSTENTABILIDADE	GRAU DE SUSTENTABILIDADE DO SAAC
pH	68,6	ÁGUA DA CHUVA (ATMOSFERA) 64,85	AMBIENTAL 32,4	POTENCIALMENTE INSUSTENTÁVEL	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL 61,7
PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	61,1				
TRATAMENTO DE EFLUENTE RESULTANTE DO USO DA ÁGUA PRODUZIDA PELO SAAC (%)	0,0	TRATAMENTO DE EFLUENTES 0,0			
POPULAÇÃO COM 15 ANOS OU MAIS DE ESTUDO (%)	2,27	EDUCAÇÃO 2,27	SOCIAL 60,8	INTERMEDIÁRIA	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS TELHADOS (%)	78,0	HABITAÇÃO 78,0			
INTERESSE PELO SAAC (%)	83,0	ACEITABILIDADE 83,0			
DISPONIBILIDADE DOS MORADORES EM REALIZAR A LIMPEZA DO SAAC (%)	80,2	MANUTENÇÃO 80,2			
TEMPO DE RETORNO DE CAPITAL (TRC) Meses	94,79	INVESTIMENTOS E BENEFÍCIOS 66,8	ECONÔMICA 66,8	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	
RELAÇÃO BENEFÍCIO /CUSTO (B/C) (%)	38,9				

Tabela 12. Continuação.

LEI ESPECÍFICA SOBRE O MEIO AMBIENTE	100,0	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL 100	POLÍTICO-INSTITUCIONAL 77,5	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL
REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO CONSELHO DE MEIO AMBIENTE (%)	13,0	ORGANIZAÇÃO SOCIAL 55		
REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO FÓRUM 21 (%)	52,0			
EXISTÊNCIA DE ORGANIZAÇÕES SOCIAIS LOCAIS	100,0			
ÁGUA FORNECIDA L per capita/dia	100,0	VOLUME DE ÁGUA DO SAAC 100,0	TÉCNICO-OPERACIONAL 71	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL
COLIFORMES TOTAIS (água para consumo)	5,55	QUALIDADE DA ÁGUA DO SAAC 42,14		
E. COLI	20,0			
pH (reservatório inferior)	52,0			
TURBIDEZ UT	91,0			

Fonte: Autora

Tabela 13. Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas e Dimensões na Escala do Barômetro da Sustentabilidade – SAAC Ilha Murutucu.

IDS	GRAUS DOS IDS	GRAUS DOS TEMAS (ÍNDICES TEMÁTICOS)	GRAUS DAS DIMENSÕES	SITUAÇÃO DA DIMENSÃO EM RELAÇÃO À SUSTENTABILIDADE	GRAU DE SUSTENTABILIDADE DO SAAC
pH	68,6	ÁGUA DA CHUVA (ATMOSFERA) 64,85	AMBIENTAL 32,4	POTENCIALMENTE INSUSTENTÁVEL	INTERMEDIÁRIO 57,2
PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	61,1				
TRATAMENTO DE EFLUENTE RESULTANTE DO USO DA ÁGUA PRODUZIDA PELO SAAC (%)	0,0	TRATAMENTO DE EFLUENTES 0,0			
POPULAÇÃO COM 15 ANOS OU MAIS DE ESTUDO (%)	4,1	EDUCAÇÃO 4,1	SOCIAL 53,1	INTERMEDIÁRIA	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS TELHADOS (%)	67,0	HABITAÇÃO 67,0			
INTERESSE PELO SAAC (%)	74,0	ACEITABILIDADE 74,0			
DISPONIBILIDADE DOS MORADORES EM REALIZAR A LIMPEZA DO SAAC (%)	67,5	MANUTENÇÃO 67,5			
TEMPO DE RETORNO DE CAPITAL (TRC) Meses	88,3	INVESTIMENTOS E BENEFÍCIOS 54	ECONÔMICA 54	INTERMEDIÁRIA	
RELAÇÃO BENEFÍCIO /CUSTO (B/C) (%)	19,73				

Tabela 13. Continuação.

LEI ESPECÍFICA SOBRE O MEIO AMBIENTE	100,0	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL 100	POLÍTICO-INSTITUCIONAL 77,5	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	
REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO CONSELHO DE MEIO AMBIENTE (%)	13,0	ORGANIZAÇÃO SOCIAL 55			
REPRESENTAÇÃO DA SOCIEDADE CIVIL NO FÓRUM 21 (%)	52,0				
EXISTÊNCIA DE ORGANIZAÇÕES SOCIAIS LOCAIS	100,0				
ÁGUA FORNECIDA L per capita/dia	100,0	VOLUME DE ÁGUA DO SAAC 100,0	TÉCNICO-OPERACIONAL 68,9	POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	
COLIFORMES TOTAIS (água para consumo)	0,0	QUALIDADE DA ÁGUA DO SAAC 37,87			
E. COLI	20,0				
pH (reservatório inferior)	41,0				
TURBIDEZ	90,5				

Fonte: Autora

9.1 DIMENSÃO AMBIENTAL

a. pH (Água de chuva- atmosfera)

Na tabela 8 se observa que a média do pH para a chuva coletada diretamente da atmosfera corresponde a 5,2³⁰. Consequentemente, este indicador, como se vê nas tabelas 12 e 13, apresentou o melhor desempenho dentre os indicadores da dimensão Ambiental, com grau **potencialmente sustentável** para ambos os SAACs.

b. Precipitação média (mm)

Por meio das tabelas 12 e 13, podemos verificar que os SAACs 1 e 2 quanto ao indicador **Precipitação Média** são **potencialmente sustentáveis**, pois ao considerarmos o cálculo de entrada (L/mês) e o consumo (L/mês) (tabelas 2 e 3), verificamos que em todos os meses do ano há volume excedente de água com relação à demanda.

c. Tratamento de efluente resultante do uso da água produzida pelo SAAC

Em virtude de não haver tratamento dos efluentes domésticos gerados a partir do uso da água dos sistemas, os SAACs 1 (ilha Grande) e 2 (ilha Murutucu) são avaliados como **insustentáveis** (tabelas 12 e 13). No entanto, é necessário frisar que o volume de efluentes líquidos gerados por meio do uso da água tratada pelos sistemas de abastecimento é o mesmo gerado antes da implantação destas tecnologias haja vista que o dimensionamento dos sistemas foi feito a partir do volume diário de água comumente usado pelas famílias ribeirinhas para beber, lavar alimentos e cozinhar.

9.2 DIMENSÃO SOCIAL

O indicador **População com 15 anos ou mais de estudo**, como se observa nas tabelas 12 e 13, apresentou o pior desempenho dentre os indicadores da dimensão social, com grau **insustentável** para ambos os SAACs. Essa condição pouco facilita a compreensão sobre o funcionamento de tecnologias de abastecimento de água e as ações de sensibilização sobre os riscos relacionados ao uso da água contaminada.

³⁰ Consideramos os mesmos dados de pH para se avaliar os sistemas das ilhas Murutucu e Grande pelo fato de ambas as ilhas se localizarem ao sul de Belém.

b. Estado de Conservação dos Telhados

A escala de desempenho do indicador local (EDL) para o **estado de conservação dos telhados** estabeleceu 100% dos telhados em condições de implantação dos SAACs como categoria sustentável. Assim sendo, conforme resultados apresentados nas tabelas 12 e 13, 78% e 67% das residências das ilhas Grande e Murutucu, respectivamente, estariam em condições de receber os SAACs – o que aponta o indicador como **potencialmente sustentável** à implantação desses modelos de abastecimento nas residências das ilhas estudadas.

c. Interesse pelo SAAC

Aos observarmos as tabelas 12 e 13, percebemos que o **Interesse pelo SAAC** dos moradores da comunidade de ilha Grande é maior que o interesse dos moradores da ilha Murutucu. Tanto que a avaliação dos sistemas de acordo com esse indicador apresentou desempenho com grau **sustentável** na ilha Grande, enquanto que na ilha Murutucu apresentou grau **potencialmente sustentável**.

O reflexo do indicador **interesse pelos SAACs** se confirmou em uma visita técnica realizada pelos pesquisadores em agosto de 2013. Por meio desta visita se averiguou que completados 2 anos de implementação dos sistemas, eles estão em pleno funcionamento, condição que também corrobora que houve apropriação da técnica pelos usuários. Porém, foi interessante observar que os usos dados à água do sistema também se diversificaram, indo além do propósito inicial, pois enquanto as famílias na ilha Grande continuam usando a água do SAAC para beber e fazer alimentos (bater açaí, “shopp”, pão, etc.), as famílias da ilha Murutucu decidiram permanecer com a compra de água para consumo humano, visto que afirmaram já se tratar de um costume, e usam a água do sistema para lavar roupas.

Evidentemente que os resultados são favoráveis à implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva nas duas ilhas. Contudo, a não aceitabilidade de 100% da população de ambas as ilhas em possuir o SAAC como alternativa à escassez de água potável chamou a atenção dos pesquisadores e permitiu constatar, por meio de observação *in loco*, que alguns ribeirinhos possuem dúvidas quanto à qualidade de água de chuva para consumo humano, outros alegam que não teriam condições financeiras de pagar pelos sistemas.

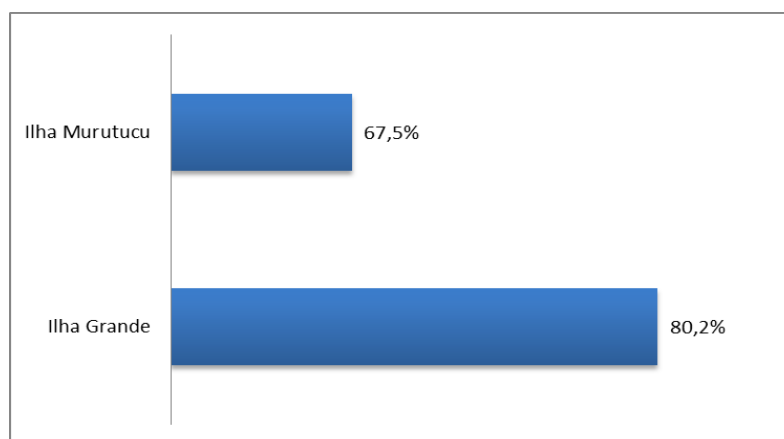
Por conseguinte, baseados em Companhia; Silva, 2000; Bava, 2004; Fonseca, 2009; ratificamos a necessidade de que os membros das comunidades locais participem do processo de construção de políticas sociais pautadas na gestão e gerenciamento de recursos hídricos de

forma a favorecer a inserção de tecnologias alternativas de abastecimento nas comunidades rurais de Belém, ao mesmo tempo em que se apropriam dos conhecimentos científicos que alicerçam o SAAC, sanando qualquer dúvida quanto ao uso e reaplicação deste.

d. Disponibilidade dos Moradores em realizar a Limpeza do SAAC

O grau de sustentabilidade desse indicador para cada sistema foi alcançado a partir dos dados representados no gráfico 7. Sendo que, de acordo com o observado nas tabelas 12 e 13, o indicador apresentou desempenho com grau **potencialmente sustentável** para ambos os SAACs. Contudo, este indicador apresenta um maior grau de desempenho na ilha Grande quando

Gráfico 7. Disponibilidade dos moradores em realizar a limpeza dos SAACs.



Fonte: Autora

Os dados fornecidos para a construção desse indicador e obtidos na fase inicial do projeto refletem também a atitude dos usuários diante dos SAACs após o cumprimento da fase de monitoramento dos sistemas pelos pesquisadores - agosto de 2011 a junho de 2012, pois as famílias usuárias do SAAC da ilha Grande realizaram duas limpezas no sistema, enquanto que o SAAC da ilha Murutucu não recebeu nenhuma limpeza.

Os usuários do SAAC 2 justificaram que não necessitaram realizar a higienização do sistema porque utilizam a água somente para lavar roupas. Contudo, esta atitude demonstra a necessidade de promover um maior envolvimento de todos moradores da Ilha Murutucu para que se apropriem da TS e, posteriormente, reapliquem em contextos que enfrentam a mesma inadequação sociotécnica.

9.3 DIMENSÃO ECONÔMICA

a. Tempo de Retorno de Capital (TRC)

Ao considerarmos os valores com gastos mensais que os beneficiários possuíam com a compra de água de qualidade duvidosa proveniente de outras comunidades ribeirinhas ou até mesmo da própria área urbana de Belém, percebemos que se tal dinheiro fosse investido nos SAACs, estas tecnologias seriam pagas em aproximadamente 7 e 10 meses nas ilhas Grande e Murutucu, respectivamente. Tais resultados do indicador **Tempo de Retorno de Capital** permitem a classificação dessas tecnologias como **sustentáveis** – observar tabelas 12 e 13.

b. Relação Benefício /Custo (B/C)

Ao considerarmos o prazo de um ciclo anual, a redução dos gastos dos beneficiários dos SAACs 1 e 2 com a compra de água corresponderiam a 38,9% e 18,7% , respectivamente. Logo, o SAAC 1 (ilha Grande) foi considerado como **potencialmente insustentável**, enquanto que o SAAC 2 (ilha Murutucu) como **insustentável** (tabelas 12 e 13, respectivamente).

Entretanto, é preciso considerar que embora o indicador **relação Benefício /Custo** tenha sido determinante para grau intermediário e potencialmente insustentável do tema Investimentos e Benefícios dos SAACs 1 e 2, respectivamente, essa avaliação não considerou os benefícios econômicos advindos em médio e longo prazos com a redução e/ou eliminação de gastos com a compra de água. Assim como não possuiu dados para mensurar outros benefícios tanto tangíveis (redução com gastos com remédios ou internações para mitigar as consequências de doenças de veiculação hídrica) quanto intangíveis (fomento ao capital social por meio da articulação dos moradores locais para a reaplicação tecnologias, que simultaneamente são técnicas e processos de empoderamento da população local).

9.4 DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL

a. Lei específica sobre o meio ambiente

A análise de leis instituídas no município de Belém que tratam sobre questões ambientais permitiu identificar que algumas leis municipais destinam capítulos para controlar o uso dos recursos naturais, assim como a poluição e contaminação ocasionada pelo uso destes. Entretanto, a avaliação dos sistemas de abastecimento 1 e 2 para o indicador **Lei**

específica sobre o meio ambiente permitiu constatar que os sistemas são **sustentáveis** (dados observados nas tabelas 12 e 13), principalmente em razão da instituição da PMMA no ano de 1998. Esta política além de tratar especificamente sobre assuntos ambientais, também incentiva o desenvolvimento de tecnologias que proporcionem o uso racional dos recursos naturais, o que permite incluir tecnologias sustentáveis de abastecimento de água, mais precisamente os SAACs.

b. Representação da Sociedade Civil no CMMA

Conforme observado nas tabelas 12 e 13, os SAACs 1 e 2 foram avaliados como **insustentáveis**, pois somente 33% dos representantes do CMMA são constituídos por representantes da Sociedade Civil, indicando a necessidade de ampliação da participação da sociedade civil em espaços decisórios para que as reais necessidades da população sejam ouvidas, e projetos que se apresentem como soluções para estas necessidades sejam construídos conjuntamente com as populações a serem beneficiadas.

c. Representação da sociedade civil no Fórum 21

De acordo com as tabelas 12 e 13, os SAACS 1 e 2, quanto ao indicador **Representação da sociedade civil no Fórum 21**, foram avaliados como **sustentáveis** em virtude desta representação constituir 52% do Fórum 21, e este possuir dentre as suas atribuições, de acordo com o inciso V do artigo 3º, a de “subsidiar os Poderes Executivo e Legislativo na formulação de políticas públicas e afins” (BELÉM, 1998). Isto indica que o Fórum 21 pode propor que o SAAC se torne um programa social e que inclusive tenha alocação de recursos conforme votação na Câmara Municipal

No entanto, faz-se necessário destacar que o simples fato de se estabelecer uma maior participação de sociedade civil no Fórum 21 não significa que este cumprirá seu papel de organismo descentralizador e participativo. Os Fóruns 21 precisam do reconhecimento dos seus respectivos governos para pleno funcionamento.

d. Existência de organizações sociais locais

Quanto ao indicador **Existência de organizações sociais locais**, os SAACs 1 e 2 foram avaliados como **sustentáveis** (observar tabelas 12 e 13) em razão da existência de organizações sociais oriundas das próprias comunidades ribeirinhas e da atuação destas nas comunidades de ilha Grande e ilha Murutucu, condição que favorece a implementação dos

sistemas de abastecimento em ambas as ilhas caso as tecnologias sejam apropriadas *para e pelas* comunidades locais.

9.5 DIMENSÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

a. Água Fornecida (L *per capita*/dia)

Ao observar as tabelas 12 e 13, constatamos que os SAACs 1 e 2 atingiram um desempenho **sustentável** para o indicador Água Fornecida, haja vista que o consumo diário por habitante nas ilhas Grande e Murutucu para beber, lavar alimentos e cozinhar corresponde a 5L, e como o sistema na Ilha Murutucu atende 14 pessoas, o volume do reservatório (310L) fornece em um dia 22 L a cada pessoa, enquanto que na Ilha Grande, o sistema que atende 19 pessoas provê 16 L *per capita*/dia.

A observação *in loco* realizada em agosto de 2013 permitiu confirmar que os sistemas fornecem água em quantidade suficiente para atender a demanda diária correspondente. Neste caso, a observação se ateve às famílias usuárias da comunidade de Ilha Grande, haja vista que permaneceram com uso objetivado inicialmente pelo projeto (beber, lavar alimentos e cozinhar).

Quando perguntado à usuária e proprietária da casa onde foi instalado o SAAC 1 se o sistema já teria ficado algum dia sem água, ela foi categórica ao dizer que “não”. Inclusive salientou que quantidade de água captada pelo sistema daria para abastecer outro reservatório pós-filtração e por isso gostaria que o sistema fosse ampliado.

Todavia, mesmo os SAACs de ambas as ilhas (Grande e Murutucu) possuindo a capacidade de armazenar um volume de água por habitante acima do necessário em um dia para beber, lavar alimentos e cozinhar. Todos os moradores foram orientados pelos pesquisadores da UFPA a utilizar somente a quantidade que comumente usavam antes da implantação dos sistemas, tendo em vista que deveriam agir com cautela durante os períodos com menores índices pluviométricos de modo a não ficarem sem água.

b. Coliformes Totais

Como em 14 das 15 campanhas realizadas o SAAC 1 (ilha Grande) apresentou resultados positivos para o parâmetro Coliformes Totais, e o SAAC 2 apresentou resultados positivos em todas as campanhas (tabela 14). Os sistemas tiveram baixo desempenho no que

tange a esse indicador, sendo classificados **insustentáveis** conforme consta nas tabelas 12 e 13.

Tabela 14. Coliformes Totais na água dos sistemas 1 e 2.

Sistemas	+	-
SAAC 1 (ilha Grande)	14	1
SAAC 2 (ilha Murutucu)	15	0

Fonte: Gonçalves (2012).

Essas informações reforçam a ideia de que a água proveniente do sistema não deve ser consumida sem antes haver o processo de desinfecção. Preferencialmente deve ser usado neste processo o hipoclorito de sódio, pois é fornecido pelos agentes de saúde das comunidades.

c. *Escherichia coli* (*E. Coli*)

Como em 6 das 15 campanhas realizadas o SAAC 1 apresentou resultados positivos para o parâmetro *Escherichia coli*, enquanto o SAAC 2 apresentou resultados positivos em 12 das 15 campanhas realizadas (tabela 15), os sistemas quanto a esse indicador foram classificados como **insustentáveis**.

Tabela 15. *Escherichia Coli* na água dos sistemas 1 e 2.

Sistemas	+	-
SAAC 1 (ilha Grande)	6	9
SAAC 2 (ilha Murutucu)	12	3

Fonte: Gonçalves (2012).

Essas informações reforçam mais uma vez a ideia de que a água proveniente do sistema não deve ser consumida sem desinfecção por meio do hipoclorito de sódio em virtude da pouca eficiência dos filtros quanto a remoção de *E. Coli*.

Entretanto, mesmo com baixo desempenho dos SAACs quanto aos padrões bacteriológicos (Coliformes Totais e *E. Coli*), a usuária do SAAC 1 afirmou que os casos de diarreia e dor de barriga teriam reduzido entre as famílias usuárias do sistema³¹.

³¹ De acordo com Luna et al. (2011), com a gestão das águas pluviais para abastecimento no semiárido brasileiro por meio do Programa “um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC)” com objetivo disponibilizar água potável para beber e cozinhar, os riscos de adoecimento da população por diarreias diminuíram. Inclusive, conforme estudo realizado pelo mesmo autor (LUNA et al., 2011) reduziu o risco ocorrências de diarreias em 73% entre famílias que usam as cisternas de captação da água da chuva com aquelas que não utilizam as cisternas no agreste central de Pernambuco.

Provavelmente essa redução de casos de doenças diarreicas possa ser atribuída à intensificação das ações de educação ambiental promovidas na comunidade de ilha Grande a partir da implementação da tecnologia de abastecimento pela UFPA, e consequente apropriação pelos usuários dos cuidados necessários com a água, incluindo o adicionamento de hipoclorito de sódio.

d. pH

Como os sistemas implementados nas ilhas Grande e Murutucu, apresentaram como valores médios de pH 5,38 e 5,02 (tabela 8), respectivamente, o SAACs 1 e 2 foram classificados como **insustentáveis**. Estas classificações podem ser visualizadas nas tabelas 12 e 13.

Em virtude do pH mais elevado, o condicionamento final da água após o tratamento pode exigir também a correção desse parâmetro por se tratar de um processo fundamental de controle da desinfecção. Em um pH elevado a cloração perde eficiência (BRASIL, 2006).

e. Turbidez

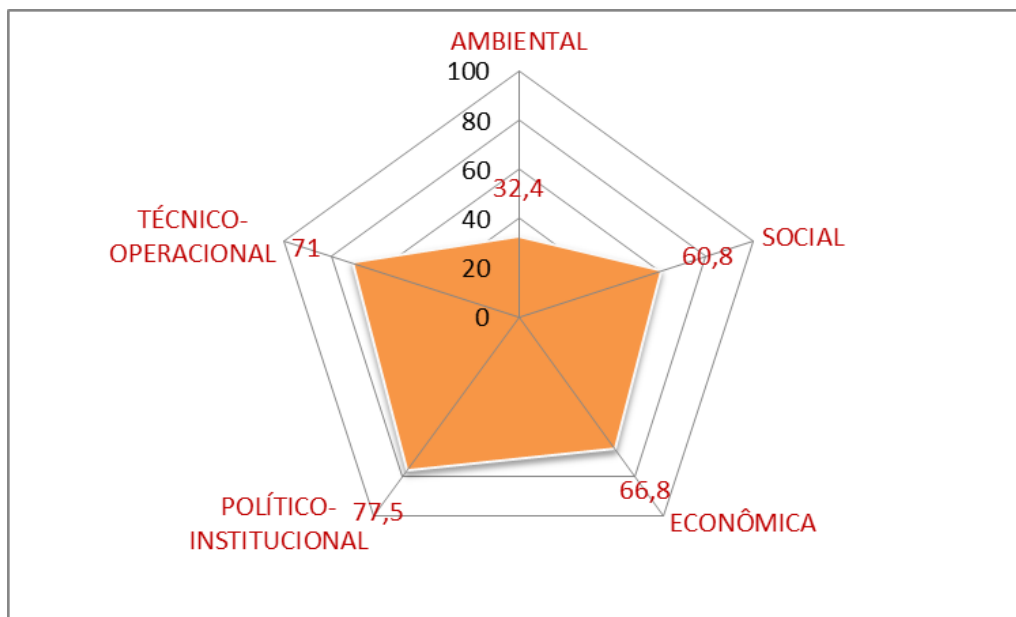
Quanto à Turbidez, a média apresentada pelos SAAC 1 (0,47UT) e SAAC 2 (0,5UT) indicam que os sistemas são **sustentáveis**³². Estes graus de desempenho podem ser observados nas tabelas 12 e 13.

9.6 COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DOS SAACs

Neste item os índices das dimensões calculados anteriormente no processo de agregação dos graus de indicadores e temas são apresentados em forma de gráficos de radar (gráficos 8 e 9), de maneira a facilitar a comparação entre os dois sistemas de abastecimento (SAAC 1 – ilha Grande e SAAC 2 – ilha Murutucu) e a avaliação destes quanto à sustentabilidade, haja vista que os índices correspondem aos graus das cinco dimensões da sustentabilidade (ambiental, social, econômica, político-institucional e técnico-operacional) que fundamentaram a avaliação dos sistemas. “Nos gráficos de radar, quanto maior a área ocupada pelo polígono, maior o grau de sustentabilidade e quanto maior a angularidade dos vértices, maior a disparidade entre os índices” (FENZL; MENDES; FERNANDES, 2010, p. 124).

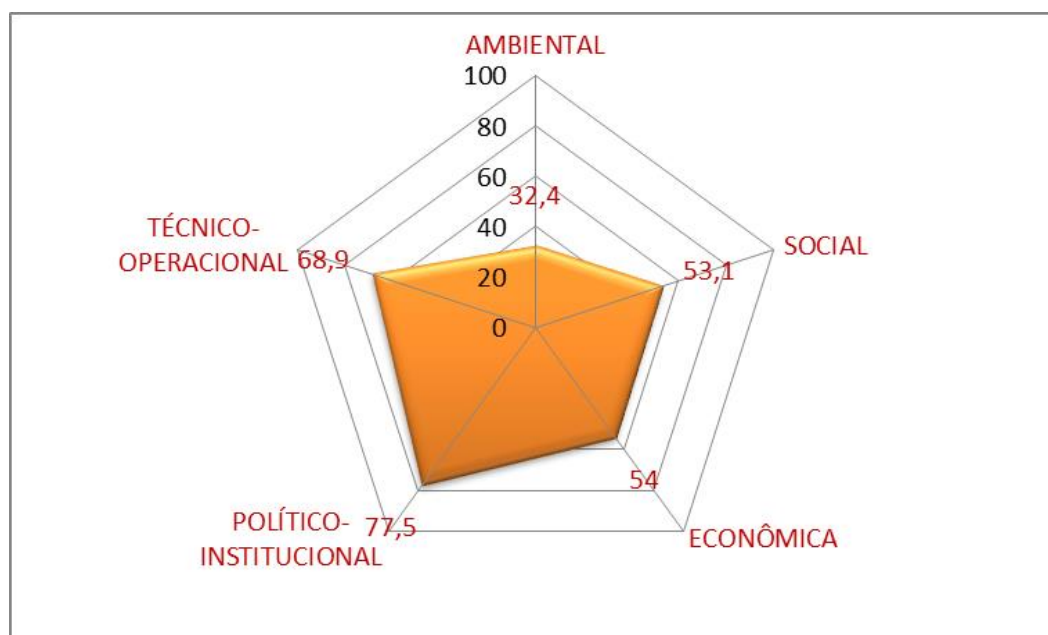
³² Os filtros demonstraram eficiência em 93,33% das amostras analisadas.

Gráfico 8. Representação dos índices das dimensões da sustentabilidade - SAAC ilha Grande



Fonte: Autora

Gráfico 9. Representação dos índices das dimensões da sustentabilidade - SAAC ilha Murutucu.



Fonte: Autora.

Deste modo, ao observarmos os gráficos 8 e 9, podemos afirmar que os SAACs 1 e 2 se encontram em uma situação **intermediária** quanto à sustentabilidade. Esta condição é tanto corroborada pelos índices de sustentabilidade³³ do SAAC 1 (61,7) e SAAC 2 (57,2) quanto

³³ Média aritmética dos índices das dimensões da sustentabilidade de cada sistema.

pelas áreas ocupadas pelos polígonos dos gráficos. Isto porque angularidade entre os vértices dos polígonos indica heterogeneidade entre as dimensões que apresentam a sustentabilidade dos sistemas.

Ainda assim, conforme os mesmos gráficos (gráficos 8 e 9), o SAAC 1 é mais sustentável em relação ao SAAC 2. Esse desempenho do sistema 1 é notável pelo fato do polígono do gráfico 8 ocupar uma área um pouco maior do que o polígono do gráfico 9.

Outros aspectos dos gráficos acima (gráficos 8 e 9) também permitem confirmar que o desempenho dos dois sistemas é semelhante. Por exemplo, com relação às **dimensões ambiental e Político-Institucional**, os SAACs 1 e 2 são **potencialmente insustentáveis** e **potencialmente sustentáveis**, respectivamente. Quanto à **dimensão social**, os dois sistemas alcançaram grau **intermediário**. E ao se considerar a dimensão **técnico-operacional**, os dois sistemas obtiveram desempenho **potencialmente sustentável**.

A **dimensão técnico-operacional** contribuiu positivamente para a avaliação dos sistemas. Nessa dimensão, os SAACs 1 e 2 foram classificados como **potencialmente sustentáveis**, sendo que obtiveram índices 71 e 68,9, de modo respectivo (observar gráficos 8 e 9). O indicador *Água fornecida* foi o qual obteve o maior grau.

Com relação à **dimensão social**, o desempenho obtido por ambos os SAACs foi **intermediário**, possuindo o tema educação como aquele que alcançou o grau mais baixo (situação **insustentável**) dentre os seus temas constituintes. Para essa dimensão, o índice do SAAC da ilha Grande corresponde a 60,8, enquanto que o índice do SAAC da ilha Murutucu é igual a 53,1. Esses índices podem ser observados nos gráficos 8 e 9.

Quanto à **dimensão econômica**, esta atingiu um desempenho **potencialmente sustentável** (66,8) no SAAC 1 e **intermediário** (54) no SAAC 2 (gráficos 8 e 9). O indicador que apresentou um desempenho mais baixo nesta dimensão, e por conseguinte, exerceu influência direta no resultado final, foi o indicador *Relação Benefício/Custo*. Este compara os gastos, considerando o período de um ano, com a compra de água e a possibilidade de pagamento do valor total do SAAC pelos usuários de forma a avaliar a alternativa mais vantajosa conforme aspectos financeiros. E apesar dos investimentos nos SAACs não corresponderem a vantagens tão significativas em curto prazo (redução de gastos com a compra anual de água), tais alternativas podem acarretar grandes benefícios em médio e longo prazo (diminuição de gastos com internação e remédios em decorrência de DVH, por exemplo).

O índice obtido pela **dimensão ambiental** colocou os SAACs em uma situação **potencialmente insustentável**. Esta dimensão, mesmo possuindo o tema Água de Chuva (atmosfera) com o desempenho **potencialmente sustentável**, teve o tema Tratamento de Efluentes como determinante para a sua classificação mais baixa. Este tema contribuiu para que os SAACs atingissem o índice de 32,4 em uma escala de 0 a 100 (índice representado nos gráficos supracitados). No entanto, problemas ambientais ocasionados pelo lançamento de efluentes oriundos da água utilizada dos sistemas de aproveitamento de água de chuva podem ser evitados a partir da implantação de sistemas de tratamento de esgoto.

Contraopondo-se à **ambiental**, a **dimensão político-institucional** foi a dimensão que contribuiu mais positivamente para a avaliação dos sistemas. Nessa dimensão, os SAACs 1 e 2 foram classificados como **potencialmente sustentáveis**, sendo que obtiveram o índice 77,5. Este índice também pode ser observado por meio dos gráficos 8 e 9.

No que concerne à **dimensão político-institucional**, vale salientar que os aspectos relacionados à organização social merecem destaque, pois o SAAC como TS necessita da organização dos atores em torno da tecnologia de maneira a possibilitar a sua implementação como política pública. Porém, a não existência de um levantamento nas ilhas Grande e Murutucu sobre o número de organizações sociais e seus respectivos membros fez com que considerássemos na análise dessa dimensão tanto indicadores quantitativos, considerando a porcentagem de representantes da sociedade civil em organizações instituídas pelo poder público municipal (CMMA; Fórum 21) quanto qualitativos, ao avaliarmos a existência de leis municipais específicas sobre questões ambientais e de organizações locais.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas ambientais e sociais decorrentes da falta de saneamento fazem parte da história humana. Entretanto, as discussões sobre desenvolvimento sustentável trouxeram a tona diversos problemas, sendo o saneamento ambiental um dos temas mais discutidos.

No caso das comunidades ribeirinhas da Região Norte, mais precisamente nas ilhas Grande e Murutucu, município de Belém-PA, a situação não é diferente porque a melhoria das condições sanitárias, mais precisamente no concerne ao acesso à água potável, fomenta diversas discussões sobre o tão almejado desenvolvimento sustentável. Porém, o pouco conhecimento sistematizado sobre as comunidades ribeirinhas de Belém dificulta a definição de sustentabilidade para essas comunidades.

Assim sendo, este trabalho de pesquisa tem o intuito de demonstrar por meio da avaliação de sustentabilidade dos sistemas de aproveitamento de água de chuva (SAAC) implantados pela UFPA nessas ilhas (Grande e Murutucu) que além de desejarmos o desenvolvimento sustentável, nós devemos decidir qual a sustentabilidade ambicionada e adotar ações nesta direção.

Por conseguinte, neste estudo foi discutida uma forma de operacionalização de avaliação da sustentabilidade considerando 5 dimensões que foram subdivididas em 10 temas e 16 indicadores, adaptando o método do Barômetro da Sustentabilidade. Foram feitos os cálculos dos indicadores, índices temáticos, dimensionais e da sustentabilidade. Este último agrega os resultados dos índices das dimensões de cada sistema, sendo que o índice de sustentabilidade do SAAC 1 corresponde a 61,7, enquanto que do SAAC 2 corresponde a 57,2.

No que concerne aos índices das dimensões de sustentabilidade dos sistemas de abastecimento, o melhor desempenho dentre as dimensões avaliadas foi a performance da dimensão político-institucional, sendo os SAACs 1 e 2 classificados como potencialmente sustentáveis. Enquanto que a dimensão ambiental apresentou o pior desempenho, sendo classificada como potencialmente insustentável. Embora seja importante destacar que nenhuma dimensão alcançou o índice mínimo (grau insustentável).

Em relação às dimensões social e técnico-operacional, as classificações obtidas pelos SAACs 1 e 2 foram: intermediária e potencialmente sustentável, respectivamente. E os indicadores *População com 15 anos ou mais de estudo* e *Coliformes Totais* pelo SAAC apresentaram os desempenhos mais baixos dessas dimensões, de modo respectivo.

Quanto à dimensão econômica, esta atingiu um desempenho potencialmente sustentável no SAAC 1 e intermediário no SAAC 2. Os desempenhos destas dimensões, principalmente com relação ao SAAC 2, advertem sobre a necessidade de organização dos atores sociais para a garantia de reaplicação dos SAACs e instituição destes como política pública de maneira que os membros das comunidades locais não tenham a obrigação de custear sozinhos os sistemas.

Ainda se faz necessário esclarecer que a avaliação dessa dimensão (dimensão econômica) também se faz presente a partir de outros aspectos que acompanham projetos de saneamento como redução de gastos com medicamentos, e diminuição do número de dias não trabalhados e de hospitalizações, em virtude de propiciarem a arrefecimento de ocorrências de doenças de veiculação hídrica. Mas estas variáveis não estão presentes neste trabalho em virtude da carência e/ou ausência de dados relacionados às áreas estudadas (ilhas Grande e Murutucu).

Entretanto, considerando os resultados obtidos pela adaptação do método do BS e tendo em vista os critérios adotados e os dados disponíveis, os resultados informaram que o desempenho geral dos SAACs se situa em uma faixa intermediária da sustentabilidade.

Alguns índices dos SAACs como *Aceitabilidade* cujo desempenho foi potencialmente sustentável para o SAAC 1 e sustentável para o SAAC 2; *Água de chuva* (atmosfera) cuja classificação demonstra que os SAACs 1 e 2 são potencialmente sustentáveis; *Volume de água do SAAC* que situa os dois sistemas (1 e 2) em uma situação sustentável; dentre outros; ratificam as potencialidades desses sistemas com a possibilidade de que o grau de desempenho intermediário que alcançaram seja alterado positivamente, desde que se definam ações de melhoria e evolução dessas tecnologias.

Porém, um aspecto que devemos nos atentar no que concerne à avaliação por meio de índices, é a diluição dos efeitos positivos ou negativos. Como exemplo, temos a dimensão técnico-operacional que obteve grau potencialmente sustentável. Este desempenho apesar de diluir o efeito negativo de indicadores como Coliformes Totais e *E. Coli*, não isenta a necessidade de adoção de mecanismos de desinfecção nos SAACs para que água atenda aos padrões de potabilidade recomendados pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Deste modo, a difusão de técnicas de gestão de água de chuva em comunidades rurais depende de avaliações apropriadas e adoção de critérios específicos de análise de Tecnologias Sociais já existentes, assim como da difusão de informação sobre as técnicas aplicadas com êxito nos vários níveis de participação pública e o sancionamento de leis específicas de forma

a eliminar as limitações econômicas na disseminação dessas técnicas; sempre considerando a compatibilidade destas com as características locais, assim como ações de mobilização de seus habitantes para a construção e manutenção das tecnologias.

Na medida em que as avaliações por meio de indicadores de sustentabilidade cumprem o papel de municiar e induzir decisões bem fundamentadas, possibilitando simultaneamente o entendimento do conceito de desenvolvimento sustentável a partir da mensuração desses instrumentos, nasce um processo em que os atores sociais não mais se ajustam de forma passiva aos grandes processos de transformação em curso, mas desenvolvem iniciativas a partir de particularidades territoriais nos planos socioeconômico, político, técnico e ambiental. Tal condição contribui para que os planejadores do setor público e privado iniciem a elaboração de políticas sociais com possibilidades maiores de torná-las eficientes e de direcionarem as comunidades rumo ao desenvolvimento local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2009. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/grh_ceab.htm>. Acesso em: 02 jul.2013.
- ANDRÉ, Marli E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, n. 49, p. 51-54, maio 1984.
- ABRAMOVAY, Ricardo. **Representatividade e Inovação**. MDA/CONDRAF. Seminário Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável. Agosto 2005.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 10.844 – Exigências e critérios necessários para o desenvolvimento das instalações de drenagem de águas pluviais, 1989.
- _____. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15.527 – Alternativas para a captação de água nas novas edificações, 2007.
- _____. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 5.626 – Instalação Predial de Água Fria, 1998.
- ANDI; Fundação Banco do Brasil; Petrobras. **Desafios da Sustentabilidade: Tecnologia Social no Foco dos Jornais Brasileiros**. São Paulo: Cortez, 2006. 220p.
- ANDRADE, Jailson B.; SARNO, Pedro. Química Ambiental em Ação: Uma Nova Abordagem para os Tópicos de Química relacionados ao Ambiente. **Química Nova**, Salvador, v. 13, n.3, 1990.
- AZEVEDO, James Ribeiro de. **Tipologia do Sistema de Manejo de Açaizais Nativos Praticado pelos Ribeirinhos em Belém, Estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Ciências Agrárias/UFPA, Belém, 2005.
- BARBIERI, José Carlos et al. Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Proposições. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.50, n.2, p.146-154, abr./jun. 2010.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: As Estratégias de Mudanças da Agenda 21**. 12. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2011.
- BAVA, Silvio Caccia. Tecnologia Social e Desenvolvimento Local. In: **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p.103-116.
- BARBISAN, A. O. et al. Caracterização de impactos ambientais de área degradada a partir do método da avaliação pós-ocupação (walkthrough). **Climatologia e estudos de paisagem**, São Paulo, v.5, n.1, jan/jun. 2010. Disponível em: <www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/.../3359>. Acesso em: 02 mai. 2011.

BELÉM, Lei Orgânica do Município de Belém, 30 de março de 1990. Disponível em: < <http://www.belem.pa.gov.br/semaj/app/paginas/lom.html>>. Acesso em: 19 set. 2013

BELÉM, lei municipal n.7875, de 16 de março de 1998. Institui no município de Belém o Programa “Agenda 21 local” e o Fórum 21 Belém. Disponível em: < <http://dema.policiacivil.pa.gov.br/sites/default/files/LEI%20N.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2013.

BELÉM, lei municipal n.8233, de 31 de janeiro de 2003. Altera a estrutura da administração pública municipal, cria a secretaria municipal de meio ambiente, o conselho municipal de meio ambiente, o fundo municipal de meio ambiente e cria cargos de provimento efetivo na secretaria municipal de meio ambiente, e dá outras providências. **Diário oficial do município de Belém**. Belém, PA, 31 jan. 2000. Disponível em: < <http://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/575292/lei-8233-03>>. Acesso em: 19 jun. 2012.

BELÉM, lei municipal n. 8489, 29 de dezembro de 2005. Institui a Política e O Sistema de Meio Ambiente do Município de Belém, e dá outras providências. Disponível em: < <http://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/575292/lei-8233-03>>. Acesso em: 19 jun. 2012.

BELÉM, lei municipal n.8655, de 30 de julho de 2008. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N865508_plano_diretor.pdf>. Acesso em: 19 set. 2013.

BONILHA, Maria Coelho; SACHUK, Maria Lolanda. Identidade e Tecnologia Social: Um Estudo Junto às Artesãs da Vila Rural Esperança. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p.412-437, jun.2011.

BOSSEL, Hartmut. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: A report to the Balaton Group**. Winnipeg: IISD, 1999.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1988.

_____. **Desenvolvimento aliado à conservação da biodiversidade**. Brasília, Ministério da Meio Ambiente. 2009. Disponível em: < http://www.cop15brasil.gov.br/pt-BR/util/docs/Meio_Ambiente_PT.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

_____, Decreto nº 24.643, de 10 de jul. 1934. Decreta o Código de Águas. **Diário Oficial online[da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 27 jul. 1934. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 19 jun. 2012.

_____, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA n.357**, de 17 de maio de 2005. In: Resoluções, 2005. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2012.

_____, Lei n. 9.433, de 08 jan. 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990,

que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial online [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 19 jun. 2012.

_____, Lei n.11.445, de 05 jan. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial online [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 19 jun. 2012.

_____, Decreto n.7.217, de 21 de jun. 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. **Diário Oficial online[da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 22 jun. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm>. Acesso em: 19 jun. 2012.

_____, Decreto n. 7.535, de 26 de julho de 2011. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água – Água Para Todos. **Diário Oficial online[da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 27 jul. 2011. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7535.htm>. Acesso em: 07 ago. 2013.

_____, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Saúde Brasil 2004** – uma análise da situação de saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

_____, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

_____, Portaria n. 2914, de 14 dez. 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 19 jun. 2013.

BRITO, Lydia Maria Pinto. Desenvolvimento Local: alternativa de desenvolvimentos sustentável no capitalismo? In: XXVI ENEGEP. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.p.1-8. Disponível em: < www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR560372_6797.pdf>. Acesso em: 19. Julho.2013.

CASTELLS, Manuel. **Hacia el estado red?** Globalizacion economica e instituciones politicas en la era de la informacion. In: Seminário “Sociedade e Reforma do Estado, São Paulo: Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado. República Federativa do Brasil, 1998. p. 1-16. Disponível em: < cdi.mecon.gov.ar/biblio/docolec/mm1129.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

CAMPANHOLA, Clayton; SILVA, José G. Desenvolvimento Local e a Democratização dos Espaços Rurais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, jan./abr. 2000.

CUNHA, et al. Dinâmica do pH da água das Chuvas em Passo Fundo, RS. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n.4, p. 339-346, abr.2009.

DAGNINO, Renato. A Relação Pesquisa – Produção: em busca de um enfoque alternativo. In: SANTOS, L. et al. **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação**. Londrina: Iapar, 2002.

DAGNINO, R; BRANDÃO, F.C; NOVAES, H. T. Sobre o Marco Analítico-conceitual da Tecnologia Social. In: **Tecnologia Social: Uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

DAGNINO, Renato. A Tecnologia Social e seus Desafios. In: **Tecnologia Social: Ferramenta para Construir outra Sociedade**. 2. ed. Campinas, SP : Komedi, 2010.

DIAS, Adriana et al. **Tecnologias Sociais de aproveitamento de água pluvial para uso potável na região insular de Belém/PA: uma proposta sustentável**, Campina Grande, 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a109.pdf>>. Acesso em: 18 jun.2013.

DIAS, I.C.S.; ATHAYDE JUNIOR, G.B.; GADELHA, C.L.M. Análises da Viabilidade Econômica de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins não potáveis em Residências na Cidade de João Pessoa- PB. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.38, n.4, out-dez, 2007.

DIAS, Rafael de Brito; NOVAES, Henrique Tahan. Contribuições da Economia da Inovação para a Reflexão acerca da Tecnologia Social: In: DAGNINO, Renato (org). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade** 2. ed. Campinas: Komedi, 2010.p. 155-173.

DOWBOR, Ladislau. Tecnologia em Rede. In: Otterloo, Aldalice et al. **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. Brasília/DF: s.n, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Migração, Colonização e Meio Ambiente: O Potencial dos Ecossistemas Amazônicos. **Cadernos Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.9, n.4, p.448-457, out/dez.1993.

FENZL, Norbert e MACHADO, J.A.C. **A Sustentabilidade de Sistemas Complexos: conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável: aspectos teóricos e práticos**. Belém: NUMA/UFGA. 2009.

FENZL, N., MENDES, R. L. R. e FERNANDES, L. L.. **A Sustentabilidade do Sistema de Abastecimento de Água da Captação ao Consumo de Água em Belém**. Belém: NUMA/ITEC/UFGA. 2010.

FONSECA, Rodrigo e SERAFIM, Milena. A Tecnologia Social e seus arranjos institucionais. In: DAGNINO, Renato (org). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade** 2. ed. Campinas: Komedi, 2010.p. 249-264.

FONSECA, Rodrigo. Tecnologia e Democracia. In: **Tecnologias Sociais: Caminhos para a Sustentabilidade**. Brasília: Rede de Tecnologia Social, 2009. P.145-154.

FBB. **FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL**. Disponível em: <<http://www.fbb.org.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

FREIRE, Adriana Galvão e RIBEIRO, Eduardo Magalhães. **Água, Um Recurso Comum; Gestão de Recursos Hídricos e Comunidades Rurais**. In: Encuentro de las Aguas, 3, 2001, Santiago do Chile. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/galvao.pdf>>. Acesso em: 30 jul.2012.

GNADLINGER, João. **A Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais**. Apresentação para o 2º Fórum Mundial da Água, em Haia, Holanda, Juazeiro - BA, 2000.

GUERRA, Gutemberg Armando Diniz. **Ilhas estuarinas e ocupação humana**. Belém: NAEA/UFPA, 2004.

GONÇALVES, Cristiane da Costa. **Aproveitamento de Água da Chuva para Abastecimento em Área Rural na Amazônia. Estudo de Caso: Ilha Grande e Murutucú, Belém-Pará**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil)- PPGEC/UFPA, Belém, 2012.

GOEDERT, A.R.; ABREU, A.F. Governança em Redes de Desenvolvimento In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 11, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: ALTEC, 2005.

GONÇALVES, Antônio Sérgio; GUARÁ, Isa Maria F. Rosa. Redes de Proteção Social na Comunidade. In: **Redes de Proteção Social**. 1.ed. São Paulo: NECA- Associação dos Pesquisadores de Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre a Criança e o adolescente, 2010.

GUIMARÃES, P.R. Contexto y prioridades de la Cooperación Internacional para el desarrollo sustentable em America Latina. **Síntesis – Revista Documental de Ciencias Sociales Iberoamericana**, Madri, n. 20, set./dez., 1994.

HAGEMANN, Sabrina Elicker. **Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso**. 2009.141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- PPGEC/ UFSM, Rio Grande do Sul, 2009.

HALES, David; PRESCOTT-ALLEN, Robert. Flying Blind: Assessing Progress Toward Sustainability. **Global Environmental Governance: Options & Opportunities**, 2002. Studies. Edited by D. C. Esty and M. H. Ivanova. New Haven, CT: Yale School of Forestry & Environmental Studies. Disponível em: < portals.wi.wur.nl/files/docs/ppme/hales.pdf >. Acesso: 31 jul. 2013.

HARDI, Peter et al. **Measuring sustainable development: review of current practice**. Occasional Paper Number 17. Canada : Industry Canada, 1997.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Perfil dos Municípios Brasileiros 2005. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Perfil dos Municípios Brasileiros 2008. Rio de Janeiro, 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Perfil dos Municípios Brasileiros 2009. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo demográfico 2010. Disponível em: < http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php?uf=29>. Acesso em: 22 mai. 2012.

_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Síntese de Indicadores Sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira 2012. Rio de Janeiro, 2012.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Banco de dados Meteorológicos para o ensino e pesquisa. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso: 31 jul. 2013.

KLIGERMAN, D.C. et al. Sistemas de Indicadores de Saúde e Ambiente em instituições de Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.12, n.1., Rio de Janeiro, jan./mar.2007.

KRONEMBERGER, D.M.; CARVALHO, C.N.; CLEVELARIO JUNIOR, J. Indicadores de Sustentabilidade em Pequenas Bacias Hidrográficas: Uma Aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” à bacia do Jurumirim (Angra dos Reis/RJ). **Geochimica Brasiliensis**, v.18, n.2, 2004.

KRONEMBERGER, D.M. et al. Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n.1, p. 25-50, jun. 2008.

LASSANCE JUNIOR, Antonio E. e PEDREIRA, Juçara Santiago. Tecnologias Sociais e Políticas Públicas. In: **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p.65-82.

LEAL, C.T.; PEIXE, B.C.S. Estudo de indicadores de Sustentabilidade Ambiental no Paraná com recorte para os recursos hídricos usando geoprocessamento. In: PEIXE, B.C.S et al. **Formulação e Gestão de Políticas Públicas no Paraná: reflexões, experiências e contribuições**. Paraná: EDUNIOESTE, 2010.

LEFF, Henrique. **Discursos Sustentáveis**. Trad. Silvana Cobucci Leite. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

_____. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Trad. Lúcia Mathilde Endlich Orth. 8.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2011.

LEME, Taciana Neto. Os municípios e a Política Nacional do Meio Ambiente. Planejamento e Políticas Públicas. n.35, jul./dez. 2010.

LIMA, Fabrício Wantoil. **Aplicabilidade da Legislação Ambiental no Município de Anápolis no Âmbito dos Crimes Contra o Meio Ambiente**. Dissertação de mestrado

(Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente)- Centro Universitário de Anápolis - UniEvangélica, Anápolis, 2008.

LUNA, C.F. et al. Impacto do Uso da Água de Cisternas na Ocorrência de Episódios diarreicos na População rural do Agreste Central de Pernambuco, Brasil. **Rev. Bras. Saude Mater. Infant.** v.11, n.3. Recife. Jul/Set.2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-38292011000300009&script=sci_arttext. Acesso: 31 jul. 2013.

MENDES, R.L.R. **Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico da água**. Belém, 2005. Tese de Doutorado em Ciências: Desenvolvimento Socioambiental – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/UFPA, 2005.

MINHOTO, L.D.; MARTINS, C.E. As Redes e o desenvolvimento Social. Caderno FUNDAP, n.22, 2001, p.81-101.

MIRANDA, Aline Branco de e TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.9, n.4, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 10 ago. 2012.

NASCIMENTO, Gilberto Antonio. Gestão do Saneamento Básico em Assentamentos Precários. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; GALVÃO JÚNIOR, Alceu de Castro. **Gestão do Saneamento Básico: abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. São Paulo: Manole, 2012.

OLIVEIRA, Frederico Moyle Baeta de. **Aproveitamento De Água De Chuva Para Fins Não Potáveis No Campus Da Universidade Federal De Ouro Preto Ouro Preto, Minas Gerais**. 2008.114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-PPGEA/UFOP, Minas Gerais, 2008.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. Uma Discussão sobre o Conceito de Desenvolvimento. **Revista da FAE**. Curitiba: FAE. 2002. v5. n.2. pp 37-48.

OLIVEIRA, N.; MARTINS, C.H.B. Dimensão Institucional da Sustentabilidade: Gestão Ambiental em Municípios Gaúchos. **Revista Indicadores Econômicos FEE**. Rio de Janeiro, v.37, n 1, 2009. Disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/2219/2616>. Acesso em: 18 jul.2013.

PORTILHO, Fátima. **Consumo “Verde”, Democracia Ecológica e Cidadania: Possibilidade de Diálogo?** Disponível em: <http://www.rubedo.psc.br/artigos/consumo.htm>. Acesso em: 18 jul.2013.

PRESCOTT-ALLEN, Robert. **The Wellbeing of Nations: a Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment**. Washington: Island Press, 2001.

RAULI, F.C.; ARAÚJO, F.T.; WIENS, S. Indicadores de desenvolvimento Sustentável. In: SILVA, C.L. (org.). **Desenvolvimento Sustentável: um modelo integrado e adaptativo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

RODEMBUSCH, Claudine Freire. **Caderno de direito municipal e políticas públicas**. Santa Cruz do Sul: Faculdade Dom Alberto, 2010.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J.C. A Emergência da Tecnologia Social: Revisitando o Movimento da Tecnologia Apropriada como Estratégia de Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.42, n.6, p.1060-1094, 2008.

RTS. **REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL**. Disponível em: <<http://www.rts.org.br/rts/tecnologia-social/tecnologia-social>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

SACHS, Ignacy. Estratégias de Transição para o século XXI. In: BURSZTYN, Marcel (org.). **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SENRA, João Bosco; BRONZATTO, Luiz Augusto; VENDRUSCOLO, Simone. Captação De Água de Chuva no Plano Nacional de Recursos Hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, VI, 2007, Belo Horizonte. Água da chuva: Pesquisas, Políticas e Desenvolvimento Sustentável. Anais... Petrolina: ABCMAC, 2006.

SENRA, João Bosco; VILELLA, Wagner Martins da Cunha; ANDRÉ, Marco Alexandro Silva. **Legislação e Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.upf.br/coaju/download/Dr_Joao_Bosco_Senra.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2012.

SIENA, Osmar. Método para Avaliar Desenvolvimento Sustentável: técnicas para escolha e ponderação de aspectos e dimensões. **Produção**, v.18, n.2, p-359-374, 2008.

SILVA, Sérgio Brazão. Belém e Ambiente Insular. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010.

SIQUEIRA, Leandro de Castro. Política Ambiental Para Quem? Ambiente e Sociedade, Campinas, v.11, n.2, jul/dez.2008.

Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Pará, SIGRH. **ÁGUAPARÁ-Educação Ambiental para Conservação dos Recursos Hídricos [II]: Reuso da Água da Chuva**. Belém: Série Relatórios Técnicos Nº 4, 2005.

SOUZA, P.A. et al. Composição Química da Chuva e Aporte Atmosférico na Ilha Grande, RJ. **Química Nova**, v.29, n.3, 471-476, 2006.

SOUZA, T.M. Meio ambiente e gestão participativa: uma convergência. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.32, n 1, p. 159-162, Jan./Fev. 1998.

TAYRA; Flávio; RIBEIRO, Helena. Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das primeiras experiências. **Saúde e Sociedade**. v.15, n.1, p.84-95, jan-abr.2006

THOMAS, Hernán Eduardo. Tecnologias para Inclusão Social e Políticas Públicas na América Latina. In: **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**./Aldalice Otterloo [et al.]. – Brasília/DF: s.n, 2009.

TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003, 180p.

TOMAÉL, M.I; ALCARÁ, A.R; DI CHIARA. I.G. Das Redes Sociais à Inovação. Ci. Inf., Brasília, v. 34, n. 2, p. 93-104, maio/ago. 2005.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de Sustentabilidade**: Uma análise comparativa. Santa Catarina, 2002. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/ UFSC, 2002.

VELOSO, Nircele Da Silva Leal. **Água Da Chuva e Desenvolvimento Local**: O Caso do Abastecimento das Ilhas de Belém. Dissertação de mestrado (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia)- NUMA/UFPA, Belém, 2012.

RATTNER, Henrique. Prioridade: Construir o Capital Social. **Revista Espaço Acadêmico**, ano II, n.21, 2003. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/021/21rattner.htm>. Acesso: 10 jul. 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 16. Dados mensais de precipitação pluviométrica em Belém de 1962-2012.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1962	316,9	381,7	388,6	439,2	290,2	113,1	123,7	64,2	78,4	131,9	139,5	127,4	2594,8
1963	226,7	291,1	506,6	292,3	172,4	226,7	62,7	74,2	70,8	120,9	117,8	314,9	2477,1
1964	684,5	659,6	623,3	271,8	415,6	129	41,1	62	243,4	x	x	x	X
1967	324,4	300	390,2	364,2	291,6	148,2	96,2	104,6	88,8	56,5	37,5	85,3	2287,5
1968	231,4	231	258,9	381,9	346,5	91,6	78,7	115,1	126	158,5	209,3	218,6	2447,5
1969	307,8	359,7	291,1	286,7	351,9	122,2	185,7	176,8	103	26,2	74	40,9	2326
1970	336,2	366,6	337,5	217,4	187	138	183,2	95,8	205,8	102,2	261,1	115,4	2546,2
1971	322,4	321,7	337,6	250,9	441,4	85,3	243,1	91,6	89	130,8	97	190	2600,8
1972	334	419,9	451,2	215,1	174,2	185,6	178,5	124,8	221,6	99,8	80	285,5	2770,2
1973	417,6	568,2	382,9	354,4	369,3	126,2	148	77,5	106,9	75,5	78	333,9	3038,4
1974	403,7	405,4	526,4	510	406,9	175,9	211,9	52,7	131,8	81,3	116,3	293	3315,3
1975	272,9	360,9	531,9	441,1	293,2	189,4	232,3	134,5	66,9	197	165,5	183,3	3068,9
1976	324,7	494,7	377	239,6	297,2	305,4	138,7	162,5	92,5	16,9	64,5	236,2	2513,7
1977	355,7	482,8	449	401	255	183,2	169,8	129,3	232,1	129,3	53,1	267,5	3107,8
1978	467,5	360,8	531,7	389,5	232,3	82	135,1	173,4	124	279,7	120,9	158,6	3055,5
1979	367,1	406,5	329,4	343	256,4	167,1	81,4	225,5	225,6	225,7	225,8	225,9	3079,4
1980	386,2	776,2	630,2	372,8	204,7	162,9	183,7	150,8	112,7	55,6	125,3	120,6	3281,7
1981	366	335,9	237,2	252	359,6	188,5	162,8	95,8	150,9	124,9	44,1	195,9	2513,6
1982	560,1	436,6	422,8	425,4	291,6	89,8	190,4	212,1	178,1	69,8	81,8	132,6	3091,1
1983	255,5	298,3	391,5	275	200,6	124,9	145,6	141,1	91,5	138,2	17,6	234,7	2314,5
1984	447,4	585,4	509	314,7	518,8	187,1	111,9	162,1	151	147,2	82,6	148,6	3365,8
1985	545,8	388	388	409,2	281	96,3	137,4	196,4	151	100,8	152,4	379	3225,3
1986	353,1	462,8	495,7	564,3	233,5	217,8	97,4	74	151,9	136,9	94	182,5	3063,9
1987	154,4	154,3	154,2	154,1	154	154,1	154,2	154,3	154,4	154,5	154,6	154,7	1851,8
1988	551	319,2	506,2	370,2	279,6	233	250,7	116,1	219,9	90,9	307,4	362,8	3607
1989	X	459,5	505	416,5	274,5	235,5	119	256,6	x	186,7	x	384,3	X
1990	210,1	393,5	260,6	340,6	177,9	120,6	218,1	219,9	84,9	121,5	129,8	173,8	2451,3
1991	392,3	420,5	454,3	303,5	263,6	139,1	29,1	56,8	28,1	157,3	37,9	103,3	2385,8
1992	435,3	644,9	402,9	427,3	179,9	123,6	157,2	78,9	121,8	45,8	73,9	119	2810,5
1993	443,7	386,4	438,8	320,5	265,2	136,9	151,5	243,1	117,7	194,3	268,2	265,3	3231,6
1994	336,6	446,7	459,6	412	355,2	236,1	105,8	133,9	120,2	118,1	159,6	343	3226,8

Tabela16. Continuação.

1995	336,8	362,4	443,4	413,6	485,7	159,7	179,2	65,1	103,1	158,5	241,8	342	3112,1
1996	382	351,6	599,6	633	262,7	294,1	139,8	202,7	135,4	107	188,8	167,9	3464,6
1997	378,1	355	462,3	513,4	267,6	57,9	79,4	111,9	48,3	8,2	117,8	265	2664,9
1998	409,3	321,9	384	514,5	199,3	199,5	118,4	143,2	89,2	73	174,5	305,7	2932,5
1999	234,8	353	377,9	364,4	389	135,3	47,1	79,2	129,9	127,5	79,3	362,8	2680,2
2000	411,9	435,6	440,3	507,7	358,6	114,8	219,3	141,9	146,5	160,3	83,6	331,6	3352,1
2001	395,8	346,9	484,7	422,6	298,9	301,2	337	62	145,9	187	104,7	217,5	3304,2
2002	446,1	232,5	393,1	415,1	196,8	254,4	173,9	75,5	95,4	119,7	176,3	277,2	2856
2003	181,6	453,6	476,7	359,9	220,9	123,3	101,7	105,5	171,7	143,2	137,2	294,1	2769,4
2004	373,8	487	510,5	393,6	121	180,1	146	132,3	131,5	146,6	95,3	222,5	2940,2
2005	249,8	363,9	413,7	565,1	449,2	257,8	177,8	103	141,6	242,1	105	459,5	3528,5
2006	387,8	275,1	685,6	495,7	325,6	121	106,7	236,1	155,9	113,6	240,9	519,8	3663,8
2007	306,9	442,9	419,8	459,7	265,9	219,9	196,4	135,3	96,9	168,9	119,1	454,5	3286,2
2008	532,2	450,8	457,4	505,1	308,1	299	108,9	151,5	109,6	110,6	135,2	171,2	3339,6
2009	354,5	422	582,3	469,9	456,6	317,3	193,1	92,7	134,1	142,3	45,1	253,7	3463,6
2010	452,3	359,7	296,8	450,4	403	176,3	132,1	188,1	95,5	152,1	134,2	224,8	3065,3
2011	520,3	332,4	490,9	579,4	477,3	241,5	195,3	179,4	60,3	139,1	174,6	201,7	3592,2
2012	451,2	411,9	742,5	382,8	225,1	320	313,2	112,2	197	44,3	103	259,8	3563
TOTAL	17936,2	19677	21630,8	19202,1	12035,5	8688,2	7311	6474	6228,5	6018,7	6025,9	11471,6	139228
n	48	49	49	49	49	49	49	49	48	48	47	48	47
média	373,7	401,6	441,4	391,9	245,6	177,3	149,2	132,1	129,8	125,4	128,2	239,0	2533,6

Fonte: elaborada pela autora a partir do banco de dados históricos do INMET.

OBS.: X- não constam dados de precipitação.