

Paula Christina Campanelli da Silva

**GOVERNANÇA ECONÔMICA E TECNOLOGIAS SOCIOAMBIENTAIS
APLICÁVEIS À GESTÃO DAS ÁGUAS
NO LITORAL NORTE DO ESTADO DO PIAUÍ**

Belo Horizonte

Escola de Arquitetura da /UFMG

2015

Paula Christina Campanelli da Silva

Governança Econômica e Tecnologias Socioambientais aplicáveis à gestão das águas no litoral norte do Estado do Piauí.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Orientador: Prof. M. José Rubens Gonçalves de Souza.

Belo Horizonte

Escola de Arquitetura da /UFMG

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

S586

Silva, Paula Christina Campanelli da.

Governança econômica e tecnologias socioambientais aplicáveis à gestão das águas do estado do Piauí [manuscrito] / Paula Christina Campanelli da Silva. - 2015.

60f. : il.

Orientador: José Rubens Gonçalves de Souza.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Tecnologia apropriada. 2. Gestão ambiental. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Recursos hídricos - Desenvolvimento. 5. Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais. 6. Piauí. I. Souza, José Rubens Gonçalves de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 363.7

Ficha catalográfica: Biblioteca Raffaello Berti, Escola de Arquitetura/UFMG

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA PAULA CHRISTINA CAMPANELLI DA SILVA, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SISTEMAS TECNOLÓGICOS E SUSTENTABILIDADE APLICADOS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Às 16 horas do dia 18 de dezembro de 2015, reuniu-se na sala da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, a Comissão Examinadora composta pelo Professor José Rubens Gonçalves de Souza, Orientador–Presidente, e pela Professora Roberta Vieira Gonçalves de Souza, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído para avaliação da monografia intitulada “GOVERNANÇA ECONÔMICA E TECNOLOGIAS SOCIOAMBIENTAIS APLICÁVEIS À GESTÃO DAS ÁGUAS NO LITORAL NORTE DO ESTADO DO PIAUÍ” de autoria da aluna Paula Christina Campanelli da Silva, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso e recomenda que sejam encaminhados 02 (dois) exemplares para a Biblioteca da Escola de Arquitetura.

Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2015.

.....
Orientador-Presidente

Prof. M. José Rubens Gonçalves de Souza – UFMG

.....
Prof. Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza - UFMG

*Aos meus queridos:
pais, Antônio Carlos e Antonieta;
irmãos, Carlos e Paulo;
amigos da Turma 2014/02 do Curso de Especialização em
Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído;
aos professores da Escola de Arquitetura da UFMG...
Com todo amor que houver nesta vida!!!*

"Os métodos são as verdadeiras riquezas."
(NIETZSCHE, Friedrich)

RESUMO

Este estudo traz uma análise sobre a construção de um sistema gestor de acesso à água para consumo humano e usos diversos, que se utilizou das tecnologias socioambientais (TS ambientais). A temática apresenta relevância no momento em que se discute, mundialmente, a adoção de estratégias permissivas ao desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades, frente a uma nova realidade mundial: a crise hídrica e seus múltiplos desdobramentos inseridos na gestão dos recursos naturais. Para tanto, apoiamo-nos no princípio da governança econômica abordada por Ostrom (LAURIOLA, 2009; RAMALHO, 2009) em articulação aos usos comuns dos recursos naturais; contrapondo as premissas preestabelecidas e popularizadas na “Tragédia dos Comuns”, elaborada por Hardin (1968). O trabalho monográfico se propôs a pesquisar alguns exemplares de TS ambientais empregadas no Brasil por grupos de pessoas que vivem em uma mesma região, regidos por um mesmo conjunto de normas, sob o mesmo comando governamental e vivenciam os mesmos valores históricos e culturais; bem como investigar quais as orientações e os procedimentos adotados por Governos e Instituições para a desinfecção da água. Assim, optamos por apresentar casos de grupos comunais que alcançam seus objetivos ao utilizarem as TS ambientais no enfrentamento de problemas similares, viáveis à replicação na sub-bacia do baixo Parnaíba, onde se encontra a região em estudo — o litoral norte do Estado do Piauí.

Palavras-Chave: Governança Econômica. Tecnologia Socioambiental. Gestão das Águas. Litoral norte do Piauí.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

MAPAS

1	As doze Regiões Hidrográficas (RH) do Brasil	13
2	Foz do Delta do Parnaíba, sub-bacia do Baixo Parnaíba.	17
3	Unidades Hidrográficas da RH Parnaíba e sub-bacias	26
4	Criticidade quali-quantitativa na RH Parnaíba (2010)	30
5	Sub-bacias da RH Parnaíba: Alto, Médio e Baixo Parnaíba.	31
6	Sub-bacia do Baixo Parnaíba	31

TABELAS

1	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2013)	15
2	Precipitação média das regiões hidrográficas entre 2009 e 2012	28

FIGURAS

1	Ciclo das águas	16
2	Detalhe da instalação do clorador simplificado	35
3	Representação esquemática da geração do gás no biodigestor	40
4	Desenho esquemático da TS ambiental	50

FOTOGRAFIAS

1	Ruína do Aqueduto Água Claudia um clássico da Roma antiga.	22
2	Região da nascente do Rio Parnaíba	27
3	Delta do Paranaíba	32
4	Dunas	32
5	Sítio com biodigestor e tanque de biofertilizante	40
6	Biofertilizante lançado na lagoa de decantação	40
7	Carreta de distribuição do biofertilizante na lavoura	40
8	Compressor para condução do biogás à rede	41
9	Maquete com rio e sítios do condomínio	41
10	<i>Microcentral Termelétrica a Biogás do Ajuricaba</i>	41
11	Sistemas de produção de pimentas. Sítio Baixa, São José da Tapera, Alagoas.	43
12	Secadores termo solares	44
13	Produção de pimentas em conserva, comunidade Sítio Baixa.	44
14	Cisternas chapéu do Padre Cícero	46

15	Cultivo de hortaliças	46
16	Cisterna pronta com placas pré-moldadas	47
17	Construção da cobertura com placas pré-moldadas	47
18	TS ambiental aplicada ao cultivo de hortaliças	48
19	Cultivo de hortaliças	48
20	Dessalinizadores desenvolvidos pela Ecoengenh - Modelo padrão	49
21	Dessalinizador na Comunidade Sítio Baixas, em são José da Tapera, Alagoas.	49
22	Dessalinizador em construção	50
23	Bomba d'água Trampolim	50
24	Bomba d'água Trampolim	50

GRÁFICO

1	Proporção entre as vasões de Retirada Nacional e na RH Parnaíba, em 2010	29
---	--	----

LISTA DE ABREVEATURA E SIGLAS

AEA	Associação de Engenharia Automotiva
ANA	Agência Nacional da Água
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ASA BRASIL	Articulação Semiárido Brasileiro
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CEPFS	Centro de Educação Popular e Formação Social
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FBB	Fundação Banco do Brasil
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCRED	Fundo de Microcrédito de Alagoas
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia.
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ITAI	Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação
ITS	Instituto de Tecnologias Sociais
MCA	Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado.
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
MME	Ministério de Minas e Energia
MI	Ministério da Integração Nacional
MJ	Ministério da Justiça
MS	Ministério da Saúde

OLADE	Organização Latino-Americana de Desenvolvimento de Energia
OMS	Organização Mundial da Saúde.
ONU	Organização das Nações Unidas
ONUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
OSCIPs	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PIER	Plataforma Itaipu de Energias Renováveis
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PTI	Parque Tecnológico Itaipu
PVC	Policloreto de polivinila
RCRH/ANA	Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos nas Regiões Hidrográficas Brasileiras da Agência Nacional da Água
RH	Região Hidrográfica
RH Parnaíba	Região Hidrográfica do rio Parnaíba
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SRH/CE	Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará
TS ambiental	Tecnologia Socioambiental
TSGA	TS ambientais adotadas à Gestão da Água (TSGA)
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional
USEPA	Proteção Ambiental dos Estados Unidos
VUP	Vida Útil do Projeto
ZEE	Zoneamento Ecológico econômico do Baixo rio Parnaíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA	15
3	OBJETIVOS	18
3.1	Objetivo geral	18
3.2	Objetivos específicos	18
4	METODOLOGIA	19
5	REFERENCIAL TEÓRICO	20
5.1	Breve histórico sobres TS ambientais empregadas pela humanidade ao longo dos tempos e a relação do homem com o meio ambiente	20
5.2	Sobre a governança econômica no “uso comunal” dos recursos naturais	23
5.3	Região Hidrográfica do Parnaíba e a sub-bacia do Baixo Parnaíba, que contem a área de estudo – o litoral Norte do Estado do Piauí.	25
5.4	Métodos e regulamentos aplicados ao tratamento das águas confinadas por meios alternativos, destinadas ao consumo humano.	33
5.5	Exemplos de Governança Econômica e TS ambientais associadas entre si, em busca de soluções para problemas comunais em comunidades ou grupos de indivíduos, com foco nos recursos naturais relacionados à gestão das águas	36
5.5.1	Dois casos de TS ambientais empregadas por meio de arranjos policêntricos	37
5.5.1.1	Caso 1: Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar Sanga Ajuricaba, em Marechal Cândido Rondon (PR) - Plataforma Itaipu de Energias Renováveis.	37
5.5.1.2	Caso 2: H2O solar – Água Solar	43
5.5.2	Modelos de duas Cisternas e dois Exemplos de TS ambientais Certificadas pela FBB	44
5.5.2.1	Modelo Cisterna Chapéu do Padre Cícero	45
5.5.2.2	Modelo Cisterna de Placas Pré-moldadas	46
5.5.2.3	Exemplo 1: Projeto dessalinização solar-térmica	49
5.5.2.4	Exemplo 2: Bomba d'água Trampolim	50
6	PROPOSTA DE AÇÃO METODOLÓGICA	52
7	CONCLUSÃO	53

1INTRODUÇÃO

A previsão da escassez de água para um futuro próximo é real e não uma exorbitação avaliativa de caso. Impactos ambientais negativos causam agressões ao planeta e modificam o ciclo da vida. A variabilidade errática das águas surge como resultado desses impactos ambientais (regime de chuvas; ventos, desertificações, devastação de florestas; degelo e elevação do nível do mar, etc., bem como pelas intervenções humanas. Haja vista que nada funciona isolado.

No Dia 22 de março de 2015, Dia Mundial da Água, instituído em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento/Eco 92, a ONU (Organização das Nações Unidas) apresentou o Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, que prevê o aumento da demanda por água em aproximadamente 55% em todo o mundo até 2050, além de precisar de 35% a mais de alimentos, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015).

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica per capita do planeta, com 13% de toda água doce, distribuída irregularmente sobre o país. Sua região Nordeste possui 3% da disponibilidade nacional, em uma área onde estão concentrados 28% da população do Brasil, conforme a Agência Nacional da Água (ANA) e os Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos nas Regiões Hidrográficas - RCRH (2015).

A Resolução nº 32/2003/CNRH instituiu a divisão da hidrografia nacional em doze Regiões Hidrográficas. Entendemos Região Hidrográfica como o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas similares. Dentre essas, encontra-se a Região Hidrográfica de Parnaíba (RH Parnaíba), que se divide em três sub-bacias: Parnaíba Alta, Média e Baixa (MAP. 1). Na sub-bacia do Baixo Parnaíba, encontra-se a área em estudo: Região Norte do Litoral do Piauí (RCRH/ANA, 2015, p.15).

Mapa 1– As doze Regiões Hidrográficas (RH) do Brasil



Fonte: ANA, 2013. p 369.

Na RH Parnaíba, os usos fora do rio ou demanda hídrica para o uso na irrigação (73%) é superior ao índice nacional (54%) em 19% (RCRH/ANA, 2015).

Grande parcela desse consumo de água na irrigação deve-se ao fato das técnicas utilizadas apresentarem baixa eficiência, o que demanda água em excesso. Existem procedimentos de irrigação como o sistema por gotejamento, cujo consumo hídrico é cinco vezes menor que o convencional sistema por aspersão (CERQUEIRA et al., 2015). Essa técnica viabiliza o manejo racional da água e tem sido largamente empregada em TS ambientais.

Assim, as TS ambientais podem ser alternativas viáveis na gestão dos recursos hídricos e nas diversas maneiras pelas quais os indivíduos e as instituições públicas e privadas administram seus problemas comuns, entendidas como o princípio da Governança Econômica (FBB, 2015). Esta, por sua vez, diz respeito não somente às instituições governamentais e regimes

formais, mas também aos arranjos multilaterais que atendem a interesses de grupos de pessoas, instituições, organizações não governamentais (ONG), movimentos civis, empresas e mercados de capitais, dentre outros (COMISSÃO..., 1996, p. 2).

A ‘governança econômica’ (LAURIOLA, 2009; RAMALHO, 2009) tem se mostrado como um ótimo caminho a seguir e contradiz premissas preestabelecidas como a de Hardin (1968), que popularizou a ideia da ‘Tragédia dos Comuns’ ao argumentar que indivíduos defenderiam indubitavelmente seus interesses pessoais, o que tornaria inviável a ação coletiva para a regulação do uso dos recursos naturais.

Acreditamos assim, que as TS ambientais, quando administradas sob essa nova forma de governança econômica; ao mesmo tempo em que promoverão qualidade de vida, saúde e desenvolvimento às comunidades, atuarão como motivador de novas oportunidades na área em estudo desta monografia — o litoral norte do Piauí, inserido na sub-bacia do baixo Parnaíba, na RH do rio Parnaíba.

2 JUSTIFICATIVA

O Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos da ONU (2015) alerta para a necessidade de reduzirmos desperdícios com o propósito de responder à demanda mundial. O Fundo das Nações Unidas para a Infância (ONU, 2015) declarou que o acesso à água potável foi a grande conquista dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM): “Desde 1990, a história de acesso à água potável tem sido marcada por enormes avanços, apesar das circunstâncias adversas extremamente difíceis”, afirmou Sanjay Wijesekera, chefe do programa global de Água, Saneamento e Higiene do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2015). No entanto, a ONU (2015) lembrou que, apesar dos progressos, há muito por fazer, segundo Wijesekera (2015): “Água é a essência da vida e, não obstante, quase 750 milhões de pessoas, sobretudo as mais vulneráveis, ainda hoje são privadas desse direito humano fundamental”.

Se considerarmos um planeta que abriga a média de 7 bilhões de pessoas, este valor corresponde a 10,5 % de toda a população mundial (UNICEF, 2015).

Os parâmetros de disponibilidade hídrica per capita por regiões foram estabelecidos pela OMS em escala decrescente de valores, segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2013), conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2013).

SITUAÇÃO	DISPONIBILIDADE
Abundante	> 20.000 m ³ /habitante/ano
Muito rica	> 10.000 m ³ /habitante/ano
Rica	> 5.000 m ³ / habitante/ano
Limítrofe	> 2.500 m ³ /habitante/ano
Pobre	< 2.500 m ³ /habitante/ano
Crítica	< 1.500 m ³ /habitante/ano
O Estado do Piauí é considerado Rico, com 9.600 m³/habitante/ano.	

Fonte: Adaptado de CBCS, 2013.

Os cenários elaborados pelos pesquisadores do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indicam uma tendência para a diminuição da quantidade de água no

planeta. Porém, Cerqueira e outros autores (2015) destacam que o volume de água na Terra é uma constante:

Em um período de cem anos, por exemplo, o volume é constante, ainda que, ao longo do tempo, ocorram mudanças no estado físico da água. A quantidade evaporada de rios e oceanos (aproximadamente 98% do total) retorna ao estado líquido, por meio das chuvas. Desse modo, abastecem-se os reservatórios e os lençóis subterrâneos, além de formarem-se as geleiras. Apenas em períodos de centenas de milhões de anos pode-se considerar uma perda de certa quantidade de água, em escapes para o espaço. É que a radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol pode decompor a molécula de água e fazer com que os gases oxigênio e hidrogênio retornem à forma de gás. Nesse caso, a ciência admite que moléculas de hidrogênio, um gás muito leve, saiam da atmosfera para o espaço sideral. Contudo, como a temperatura do Sol é decrescente, essa perda tende a diminuir, ou seja, para a Ciência a quantidade de água da Terra tende a ser constante. (CERQUEIRA et al., Boletim Legislativo nº 27, 2015, p.13).

A água sempre cumpre um ciclo próprio (FIG. 1). São três as suas fases — sólida, líquida e gasosa. Os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico são a energia térmica solar, incluindo a força dos ventos que transportam água em suspensão atmosférica entre oceanos e continentes, e a força da gravidade responsável pelos fenômenos da precipitação, infiltração e deslocamento de massas de água (TUNDISI, 2003).

Figura 1 – Ciclo das águas



Fonte: USGS, 2015.

Geralmente uma fração importante percorre o leito da sua bacia e penetra no solo; outra fração é evaporada continuamente (umidade atmosférica) e propicia o equilíbrio vital; a

3.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo pesquisar soluções Tecnológicas Socioambientais em uso ou em fase de implantação no Brasil, viáveis à utilização por grupos de pessoas que sob o mesmo conjunto de normas, vivem no mesmo local, sob o mesmo regimento governamental e compartilham as mesmas influencias histórico-culturais. São grupos de indivíduos que se organizariam pelo princípio da **governança econômica**, onde a colaboração mútua nas diferentes esferas de atuação entre governos, comunidades e mercados; permite que todos alcancem seus objetivos comunais relacionados à gestão dos recursos naturais; por meio do uso de técnicas e tecnologias socioambientais; reuplicáveis na área em estudo, no litoral norte do Piauí.

3.2 Objetivos específicos

- Relatar um breve histórico sobre a relação da humanidade com métodos de aquisição e adequação da água para o consumo, ao longo dos tempos;
- Apoiar-se no conceito de governança econômica; para demonstrar a viabilidade socioambiental no uso comunal dos recursos naturais relacionados à gestão e manejo das águas por grupos de particulares, em contraponto à teoria de Hardin (1968) sobre a ‘tragédia dos Comuns’, na qual os interesses individuais se sobrepõem a um objetivo coletivo;
- Levantamento de dados técnicos relativos ao meio físico e biótico na RH Parnaíba, em particular na sub-bacia do Baixo Parnaíba, onde se situa o litoral norte do Piauí, que compreende a área em estudo desta monografia;
- Apresentar Métodos e regulamentos aplicados ao tratamento das águas confinadas por meios alternativos, destinadas ao consumo humano;
- Apresentar exemplos de Governança Econômica e TS ambientais associadas entre si em busca de soluções para problemas comunais em comunidades ou grupos de indivíduos, com foco nos recursos naturais relacionados à gestão das águas no Brasil.

4 METODOLOGIA

Elaboramos este estudo a partir da técnica de investigação bibliográfica e revisão narrativa. Partimos do questionamento entre o objeto que se investigou — as TS ambientais —, e a sua inserção nos grupos de particulares com interesses comunais, organizados por meio do arranjo institucional conhecido como Governança Econômica.

Assim, a pesquisa bibliográfica se baseou em dados contemporâneos, extraídos de sites oficiais do Governo Federal, Agências Nacionais, Empresas, Institutos e Fundações; envolvidos em ações socioambientais direcionadas à gestão dos recursos naturais por grupo de particulares com interesses comuns.

Dessa forma, para Lakatos e Marconi (1986), a pesquisa bibliográfica não é apenas uma mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre determinado assunto, mas sim, proporciona o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem.

A revisão narrativa não apresenta imparcialidade porque possibilita que os demais trabalhos sejam abordados a partir da compreensão subjetiva de quem os está pesquisando. Segundo o Instituto de Psicologia (USP, 2015):

A ‘revisão narrativa’ não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura. A busca pelos estudos não precisa esgotar as fontes de informações. Não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas. A seleção dos estudos e a interpretação das informações podem estar sujeitas à subjetividade dos autores. É adequada para a fundamentação teórica de artigos, dissertações, teses, trabalhos de conclusão de cursos.

A finalidade dessa exaustiva investigação bibliográfica e de revisões narrativas sobre o tema ‘Governança Econômica e TS ambientais aplicáveis à gestão das águas’, portanto, foi a de subsidiar a compreensão de quais metodologias serão necessárias às futuras elaborações de projetos para sua implantação no litoral norte do Estado do Piauí, situado na sub-bacia do baixo Parnaíba.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico tem por finalidade detalhar cada um dos cinco (5) tópicos definidos nos objetivos específicos, item 3.2, que são:

- 5.1 Breve histórico sobre técnicas e tecnologias socioambientais empregadas pela humanidade ao longo dos tempos e a relação do homem com o meio ambiente;
- 5.2 Sobre a governança econômica no “uso comunal” dos recursos naturais;
- 5.3 Região Hidrográfica do Parnaíba e a sub-bacia do Baixo Parnaíba, que contem a área de estudo – o litoral Norte do Estado do Piauí.
- 5.4 Desinfecção de água potável;
- 5.5 Exemplos de TS ambientais empregadas por meio de arranjos policêntricos, em comunidades ou grupos de indivíduos, com foco nos recursos naturais; que se divide em dois (2) subitens relacionados à gestão das águas.

5.1 Breve histórico sobre TS ambientais empregadas pela humanidade ao longo dos tempos e a relação do homem com o meio ambiente.

Desde os primórdios que as civilizações desenvolvem métodos para melhorar o aproveitamento de água, inclusive acondicionar água da chuva. Segundo Gnadlinger (2000), essa foi uma das técnicas populares mais usuais em diversas partes do mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas (cerca de 30% da superfície da terra). Abaixo, breve retrospectiva histórica de casos relacionados à gestão da água; quais sejam:

5.000 a 4.000 a.C.: A Mesopotâmia e o Egito passaram a utilizar a irrigação e os canais de drenagem que recuperam áreas pantanosas dos Rios Tigre e Eufrates, e do Delta do Nilo.

Os Sumérios construíram canais de irrigação, galerias, recalques, cisternas, reservatórios, poços, túneis e aquedutos (AZEVEDO NETTO, 1984).

3.200 a.C.: Na Índia, algumas cidades desenvolveram redes de esgotos e sistemas de drenagem. (PITERMAN; GRECO, 2005).

2.900 a.C.: O Egito construiu a primeira represa para armazenar água e abastecer a capital Memphis. Fizeram registros sobre os cuidados aplicáveis ao consumo da água, uma vez que

entenderam que a água contaminada é o grande vetor de doença. Desenvolveram técnicas de clarificação da água de consumo com o uso do sulfato de alumínio e o seu armazenamento correto em vasos de cobre expostos ao sol, ou ainda o de purificá-la pela fervura, seguida de filtração por meio da areia e cascalho grosso ou com o emprego do carvão mineral. (ROSEN, 1994; RESENDE; HELLER, 2002).

2500 a.C.: Na Índia, no Vale do Indo, surgiu o primeiro sistema eficiente de distribuição de água que abastecia a cidade Mohenjo-daro. Eram canais construídos para levar água até as casas, além de um sistema completo de coleta de esgoto (FONSECA, 2004).

2000 a.C.: No palácio de Knossos, Ilha de Creta, a água de chuva era aproveitada para descarga em bacias sanitárias; assim como as vilas romanas eram projetadas com a previsão da utilização da água de chuva para consumo humano e uso doméstico (TOMAZ, 2011).

700 a.C.: Ezequiel, rei de Judá, construiu o primeiro aqueduto que se tem registro na história, para abastecer a cidade de Jerusalém.

691 a.C.: Assíria construiu um canal de 80 quilômetros e um aqueduto de 330 metros.

550 a 527 a.C.: Na Turquia, César Justiniano construiu um reservatório para água da chuva com volume de 80.000 metros cúbicos, medindo 140 por 70 metros (OLIVEIRA, 2004).

312 a.C.: Os romanos destacaram-se por erguer grandes aquedutos (FOTO 1), que alimentavam as instalações públicas de Roma com mais de um milhão de metros cúbicos de água por dia. *Ácqua Appia*, com 16,4 km, foi o primeiro aqueduto Romano a ser construído, quase todo subterrâneo. *Ácqua Alexandrina* foi o último dos onze aquedutos clássicos da Roma, construído em 226 d.C. com a finalidade de expandir as Termas de Nero, dotadas de piscinas públicas com água de temperaturas controladas (300 d.C.). “A abundância e a grandiosidade dos serviços higiênicos públicos compensava a falta dos serviços privados na maior parte das casas.” (BENÉVOLO, 1983, p. 174).

Foto 1 – Ruína do Aqueduto Água Claudia um clássicos da Roma antiga.



Fonte: LISTA..., 2015.

Na Idade Média: a água se tornou o elemento principal no desenvolvimento da economia. A implantação dos moinhos e as atividades pré-industriais (manufaturas em tecido e couro, tinturaria, moagem) exigiam grandes quantidades de água. À medida que essas regiões cresciam, os esgotos domésticos e os dejetos de suas manufaturas eram lançados nos rios; práticas associadas ao aumento de doenças (MUMFORD, 1982).

Século XVIII: Em Las Salinas, Chile, surge a primeira usina de dessalinização. O sistema utilizava energia do sol para evaporar a água, que seria condensada a seguir (SILVA, 1998).

Séculos XIX e XX: Os ingleses promoveram grandes avanços em saneamento e tratamento de água. Londres construiu a primeira estação de tratamento da água em 1829, que usava a areia para filtrar a água do rio Tâmesa; mas 24 anos depois, o constante consumo de água contaminada com fezes humanas lançadas neste rio provocou um surto de cólera devastador. Passaram-se mais 50 anos para que a água passasse a ser tratada com a adição do cloro. O flúor apareceu somente na segunda metade do século XX. A Inglaterra influenciou outros países como a Alemanha, a França e os Estados Unidos da América do Norte a promoverem suas reformas sanitárias. O Brasil registrou o primeiro relato de aproveitamento da água de chuva em 1943, na Ilha Fernando de Noronha. Foi um sistema construído pelo exército norte-americano (SILVA RODRIGUES, 1998).

5.2 Sobre a governança econômica no “uso comunal” dos recursos naturais.

Governança não é um movimento isolado da sociedade civil, pelo contrário, ela envolve um conjunto de ações entre o Estado e a sociedade na busca de soluções para problemas comuns. Para Cerqueira e outros autores (2015), a governança econômica tem a ver com a presença crescente desses atores no cenário político e social. Apoiar-se na teoria dos recursos comuns em articulação com o conceito de ação coletiva.

Elinor Ostrom (LAURIOLA, 2009; RAMALHO, 2009), a primeira mulher a ganhar um Prêmio Nobel de Economia em 2009, juntamente com Oliver Williamson, pesquisou no princípio da governança econômica a maneira como as pessoas se organizam e colaboram para gerir recursos naturais de uso comum e sobre como o colapso desses recursos pode vir a acontecer. O trabalho desses pesquisadores questionou o conceito de Hardin (1968), conhecido por Tragédia dos Comuns, em que interesses individuais se sobrepõem a um objetivo coletivo, e comprovaram que, se vários segmentos se unirem em função de um propósito comunal, poderão ser mais bem sucedidos em relação à economia, ao meio ambiente e à sociedade do que as grandes intervenções cujo único responsável direto pelas decisões é o Estado.

Para Ostrom (LAURIOLA, 2009; RAMALHO, 2009), a gestão de recursos naturais comuns precisa de ações sobre os sistemas policêntricos (governo + mercado + comunidade), que devem entrar em concordância em cada um desses níveis e assim aumentar sua confiança e reciprocidade.

A Tragédia dos Comuns foi mais largamente conhecida em meados do século XIX, quando o matemático Willian Foster Lloyd (1833) lançou seu livro sobre posse comunal ou uso em comum da terra nas aldeias medievais. Passado mais de século, o conceito foi rememorado e popularizado por Hardin (1968) no artigo “The Tragedy of the Commons”. Ele acreditava que muitos dos problemas de ordem ambiental não tinham mais solução e que a ‘degradação massiva’ era o destino final dos recursos de uso coletivo (HARDIN, 1968).

Para defender seu ponto de vista, Hardin (1968) utiliza a terra pública como exemplo e constrói um cenário hipotético no qual a exploração de um pasto fica disponível ao uso de todos. Então cada um dos fazendeiros vai usufruir o quanto puder deste terreno, o que poderá levá-lo a sobre-exploração. Se o custo é compartilhado e o benefício é individual (e bem rentável), é muito provável que os agricultores usem na sua totalidade um 'bem comunal', no caso, o pasto público, preservando ao máximo o próprio pasto. Como todos os demais fazendeiros tendem a se comportar da mesma forma, a exploração intensa e rápida dos recursos naturais torna-se inevitável.

Hardin ainda sugere duas formas de evitar a 'tragédia': Privatizar ou delegar ao Estado a gestão direta. Quando Hardin não acreditou que os arranjos comunais poderiam ser bem sucedidos, ignorou fatos relevantes de comportamentos sociais como valores, regras, ética, cultura, etc.; e assim, foi muito criticado por diversos pesquisadores, dentre estes, Ostrom e Williansom. Estes defenderam a ideia de que as comunidades são capazes de se organizarem de comum acordo para viabilizar a gestão dos seus recursos naturais de maneira sustentável (ALVES et al., 2011).

Ostrom (LAURIOLA, 2009; RAMALHO, 2009) rejeitou taxativamente a afirmativa de que apenas a regulação pelo governo oficial ou privatização poderia resolver a tragédia dos comuns. Eles demonstraram como usuários de recursos coletivos podem formar arranjos entre si para assegurar a responsabilidade no uso dos recursos comuns, pois o interesse pessoal dos envolvidos no contrato os induzirá a se monitorarem uns aos outros e fiscalizar as ações com o objetivo de que o contrato seja respeitado.

Contudo, Ostrom e outros autores encontraram concordância com Hardin no seguinte aspecto: quando as comunidades envolvidas em ações de interesses compartilhados são prejudicadas por intervenções de terceiros com propósitos distintos ou, quando não há regras definidas em sistemas policêntricos, essas ações tendem a falir e suas aplicabilidades poderão estar fadadas ao insucesso (FAPESP, 2012).

A Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA BRASIL), que defende a prática da convivência no Semiárido, é um bom exemplo de Governança Econômica na região nordeste do Brasil. Ela é composta por aproximadamente três mil organizações da sociedade civil de diversas naturezas — sindicatos rurais, associações de agricultores, cooperativas, ONGs, Organização

da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIPs) —, dentre outras inúmeras parcerias (ASA BRASIL, 2015).

O Ministério da Justiça do Brasil (MJ) criou o título OSCIP (Lei nº 9.790/1999), que tem como objetivo viabilizar os diversos convênios e parcerias entre todos os níveis de governo e órgãos públicos (federal, estadual e municipal) e permitir que doações realizadas por empresas resultem em descontos no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (ASA BRASIL, 2015).

A Rede ASA promove a conexão entre entidades e comunidades do Semiárido para criar melhores oportunidades às pessoas. Segundo informações da ASA, as entidades que integram sua rede estão organizadas nos dez estados que compõem o Semiárido Brasileiro (Minas Gerais, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão). Essas entidades acompanham e articulam o desenvolvimento dos programas federais “Um Milhão de Cisternas (P1MC)”, “Uma Terra e Duas Águas (P1+2)”, “Cisternas nas Escolas” e “Sementes do Semiárido” (ASA BRASIL, 2015).

5.3 Região Hidrográfica do Parnaíba e a sub-bacia do Baixo Parnaíba, que contem a área de interesse – o litoral Norte do Estado do Piauí.

A seguir, apresentamos informações relevantes sobre a RH Parnaíba, em particular a sub-bacia do Baixo Parnaíba, onde se situa o litoral norte do Piauí, que compreende a área em estudo desta monografia.

A RH Parnaíba (MAP. 3) é uma grande bacia sedimentar, caracterizada pela precipitação do material das margens que se deposita no fundo do rio e, à medida que se acumula, sofre aumento da pressão se litificando, ou seja, transformando-se em pedra ou rocha (BRASIL, 2006).

Mapa 3 – Unidades Hidrográficas da RH Parnaíba e sub-bacias.



Fonte: ANA, 2015.

O rio Parnaíba (FOTO 2) percorre mais de 1.400 km e atravessa diferentes biomas, como o Cerrado e a Caatinga, para chegar ao Costeiro, às margens do Oceano Atlântico. É a principal artéria de uma das mais importantes regiões hidrográficas do Nordeste do Brasil, ocupada pelos estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Origina-se na Serra da Tabatinga, limite entre Piauí, Bahia, Maranhão e Tocantins. As nascentes se formam na Chapada das Mangabeiras. Seus principais afluentes são alimentados por águas superficiais e subterrâneas, como os rios Balsas, Piauí, Poti, Canindé, Gurgueia e Longá. Antes de desaguar no Oceano Atlântico, o rio Parnaíba se abre para formar o Delta do Parnaíba. (BRASIL, 2006).

Foto 2 – Região da nascente do Rio Parnaíba.



Fonte: BRASIL, 2006.

A RH Parnaíba se situa em 293 municípios (222 no Piauí, 42 no Maranhão e 29 no CE), são 263 sedes inseridas integralmente no seu território. A população total da região é de cerca de 4,15 milhões de habitantes, dos quais 35% encontram-se na área rural. A densidade demográfica da RH Parnaíba é de 12,5 hab./km², um pouco maior que a metade da média brasileira, com 22,4 hab./km² (RCRH/ ANA, 2015).

A RH Parnaíba fica entre as coordenadas 02° 21'S e 11°06'S de latitude e 47°21'W e 39°44'W de longitude e ocupa uma área de cerca de 330 mil km², são aproximadamente 251.500 km² no Piauí ou aproximadamente 75%; atrás apenas da bacia do rio São Francisco, segundo a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF, 2006), que a considera a segunda mais importante RH do nordeste Brasileiro. Possui cerca de 3.000 km de rios perenes e centenas de lagoas.

Os principais problemas ambientais encontrados na RH Parnaíba são: lixiviação, desmatamento da mata ciliar e o consequente assoreamento dos corpos hídricos, bem como a poluição com resíduos de origem urbana. Lixiviação, no contexto da pedologia, é o processo de extração dos constituintes de rochas e solos através da sua dissolução num corpo líquido (HOUAISS, 2015). Em locais de alta pluviosidade e com superfícies impactadas por desmatamentos, esse processo é muito comum e leva ao empobrecimento do solo decorrente da perda de nutrientes minerais (CODEVASF, 2015).

Em 2012, a chuva média no Brasil ficou em 1.651mm, portanto 6,2 % abaixo da média histórica anual, que é de 1.761mm. A média no período de 2009 a 2012 foi de 1.796 mm, superior à média histórica (TAB. 2). As precipitações pluviométricas são responsáveis pela manutenção quantitativa dos reservatórios que têm papel fundamental na gestão dos recursos hídricos pela capacidade de estocar e atender aos diversos usos da água; uma vez que permitem armazená-la nos períodos úmidos para liberar parte desse volume em períodos de estiagem e assim contribuir para a regularidade da oferta de água (ANA, 2013, p.44; 48).

Tabela 2 – Precipitação média das regiões hidrográficas entre 2009 e 2012.

Região Hidrográfica	Total anual precipitado (mm)				Média histórica
	2009	2010	2011	2012	
Tocantins-Araguaia	1952	1549	1941	1530	1774
Amazônica	2329	2019	2330	2246	2205
Paraguai	1441	1369	1517	1412	1359
Atlântico Nordeste Oriental	1390	771	1295	575	1052
Atlântico Leste	1037	989	983	686	1018
Paraná	1786	1487	1632	1450	1543
Parnaíba	1356	901	1242	732	1064
São Francisco	1109	888	1127	668	1003
Atlântico Sul	1897	1719	1770	1454	1644
Uruguai	1798	1686	1822	1476	1623
Atlântico Sudeste	1556	1401	1533	1265	1401
Atlântico Nordeste Ocidental	2284	1460	2004	1252	1700
BRASIL	1928	1619	1894	1651	1761

Fonte: ANA, 2013, p.43.

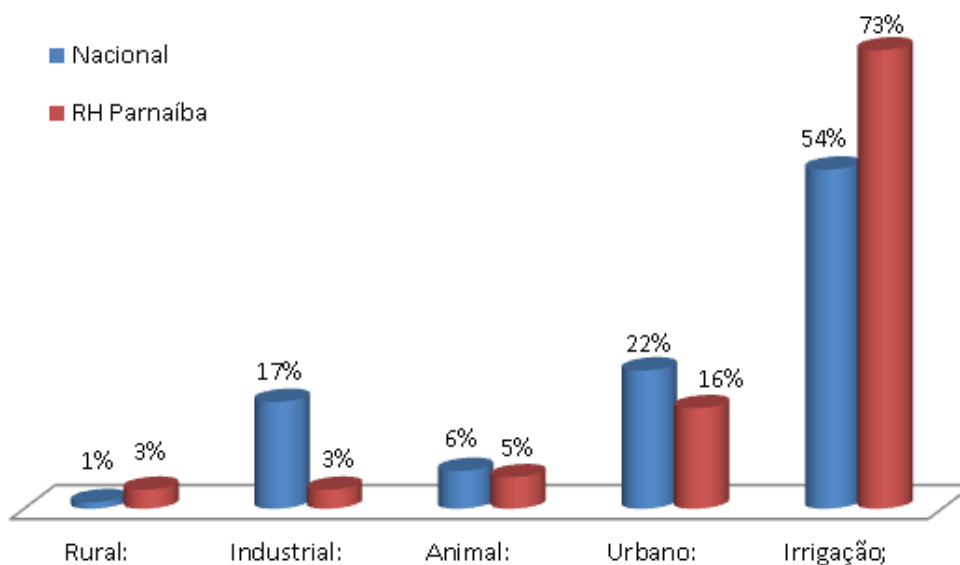
Os menores valores de precipitação média anual no País (TAB. 2) ocorrem nas RHs do São Francisco, seguido do Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Oriental e Parnaíba, respectivamente. Já os maiores valores de precipitações média anual no Brasil (TAB. 2) estão nas regiões Amazônicas, Tocantins/Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental e Atlântico Sul (RCRH/ANA, 2013).

Na RH Parnaíba, as médias das precipitações entre os anos de 2009 a 2012 foram: 1.356mm em 2009, 901mm em 2010, 1.242mm em 2011 e 732mm em 2012 (TAB. 2), perfazendo a média total anual precipitada de 1058mm, abaixo da sua média histórica, 1.064mm, e da nacional, 1761 mm (ANA, 2013, p. 36; 44).

Em relação aos usos da água (RCRH/ANA, 2015) em 2010, a proporção da vazão de retirada ou demanda hídrica no país foi: 54% para a irrigação; 22% ao abastecimento urbano; 17% industrial; 6% consumo animal; e 1% ao abastecimento rural. Em relação às águas, podemos dizer que vazão de retirada ou demanda hídrica corresponde à água captada para atender os diversos usos ‘fora dos rios’, conhecidos como consuntivos ou consumptivos. (RCRH/ANA, 2013).

A demanda hídrica na RH Parnaíba destina 73% do seu volume à irrigação, seguida do uso urbano com 16%, uso animal com 5%, e os demais 6% restantes divididos igualmente entre os usos industrial e rural (GRÁF. 1). Assim, quando comparadas essas vazões de retirada, observamos que o uso para irrigação é expressivamente maior na RH Parnaíba que a demanda hídrica nacional. Isso em uma região em que boa parte é composta pelo semiárido e sofre com a escassez de água.

Gráfico 1 – Proporção entre as vazões de Retirada Nacional e na RH Parnaíba, em 2010.



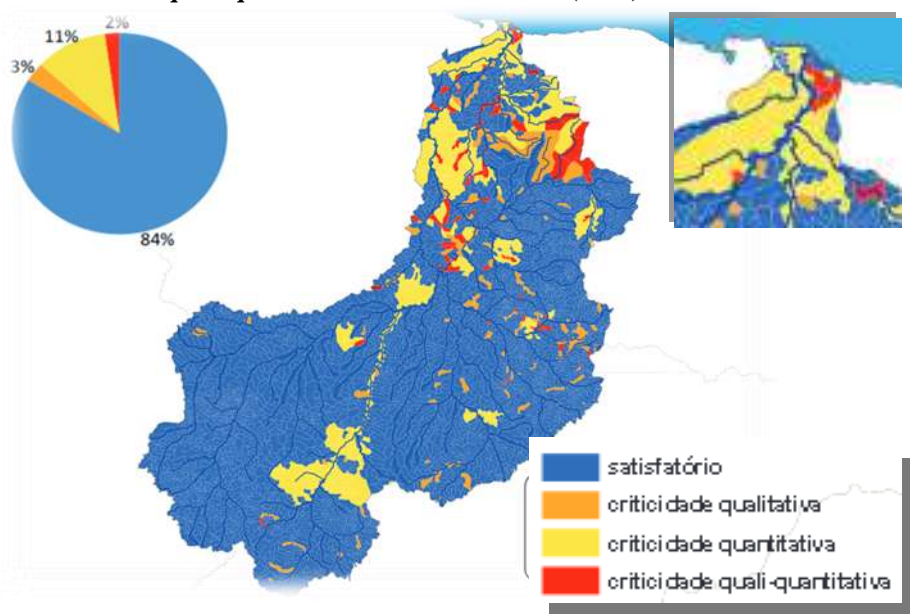
Fonte: Com base em ANA, 2015.

Estimativas do RCRH (ANA, 2015) apontam que são lançadas cerca de cinco mil toneladas de carga orgânica/dia nos corpos d'água brasileiros e que a RH Parnaíba, em particular a Sub-bacia do Baixo Parnaíba, apresenta alta criticidade quali-quantitativa de suas águas. O balanço hídrico quali-quantitativo da RH Parnaíba apresenta grandes diferenças inter-regionais, tanto em termos de desenvolvimento econômico e social quanto no que se refere à disponibilidade hídrica (RCRH/ANA, 2015, p.112).

Nas cidades mais populosas do Baixo Parnaíba — Teresina e Parnaíba respectivamente —, as bacias apresentam maior criticidade quali-quantitativa (MAP. 4). A criticidade qualitativa da água na região de Teresina, Capital do Piauí, decorre em função do lançamento de efluentes domésticos e práticas inadequadas de disposição de lixo urbano (RCRH/ANA, 2015).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio, conhecida pela sigla DBO, corresponde à quantidade de oxigênio necessária para ocorrer à oxidação ou decomposição da matéria orgânica biodegradável em condições aeróbicas. Sua unidade de medida avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em miligramas por litro (mg/L) equivalente à quantidade que será consumida pelos organismos aeróbicos ao degradarem a matéria orgânica. O DBO é usado para estimar a carga orgânica dos efluentes e dos recursos hídricos, e com esses valores calcular qual a necessidade de aeração na degradação da matéria orgânica de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais e Estação de Tratamento de Efluentes (SOUZA, 2015).

Mapa 4 – Criticidade quali-quantitativa na RH Parnaíba (2010).



Fonte: ANA, 2015, p. 113.

Teresina tem os maiores valores de carga orgânica doméstica, 28,7 t DBO/dia, seguidos por Parnaíba, com 5,8 t DBO/dia (MAP. 4). O lançamento de esgoto sem tratamento prejudica os cursos d'água e as águas armazenadas em reservatórios artificiais (RCRH/ANA, 2015, p 113). Somente 12 sedes municipais da RH Parnaíba possuem algum tipo de tratamento de esgoto, a exemplo de Teresina, Picos, Guadalupe e Crateús. Na cidade de Parnaíba está em fase de implantação da rede de tratamento (PARNAÍBA, 2015).

A RH Parnaíba é dividida em três grandes unidades hidrográficas: Alto, Médio e Baixo Parnaíba. Um grande contingente populacional vive na área litorânea, em especial, no centro sub-regional representado pela cidade de Parnaíba, a segunda maior do Piauí. A cidade de Parnaíba está situada na sub-bacia do baixo Parnaíba, (MAP. 5; 6), no norte do litoral do Piauí, na área de interesse deste estudo (CODEVASF, 2006).

Mapa 5 – Sub-bacias da RH Parnaíba: Alto, Médio e Baixo Parnaíba.



Fonte: PARNAÍBA, 2012.

Mapa 6 – Sub-bacia do Baixo Parnaíba.



Fonte: PARNAÍBA, 2012.

A sub-bacia do Baixo Parnaíba fica entre as coordenadas 3° 17' e 5° 04' de latitude e 42° 02' e 42° 59' de longitude. A área total é de aproximadamente, 7.867 km². Seu clima é quente e úmido, com chuvas no verão (trecho inicial) e outono (trecho final). O trimestre mais chuvoso é entre fevereiro e abril, segundo dados do Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba (1996).

O RCRH (ANA, 2015) apresenta os eventos críticos encontrados na RH Parnaíba. A escassez de água, por exemplo, é frequente na região durante o prolongado período seco, característico do semiárido brasileiro. A seca severa, que o nordeste brasileiro enfrenta desde o ano de 2012 (Fig. 10), impacta na zona rural e atinge o abastecimento de muitas sedes urbanas. Na RH Parnaíba, segundo dados da Operação Seca, o abastecimento de cerca 13% das sedes municipais localizadas em sua maioria na porção leste da RH, apresentou racionamento a partir do ano de 2013. O relatório informa que diversas ações emergenciais vêm sendo realizadas e planejadas nas sedes afetadas. Dentre elas, destacam-se a distribuição de água por meio de ‘carros-pipa’ e a perfuração de novos poços (RCRH/ANA, 2015, p. 117).

Na Sub-bacia do Baixo Parnaíba, correm os rios Longá, o próprio rio Parnaíba e uma série de pequenos riachos, além do delta do rio Parnaíba (FOTO 3). Nessa sub-bacia, predomina a vegetação de cerrado, mas também há ocorrência de caatinga. No trecho mais baixo do rio Parnaíba, em suas planícies aluviais, há presença acentuada de carnaubais, espécies arbóreas da família *Arecaceae* típica do semiárido do nordeste do Brasil. Na faixa litorânea do Parnaíba, os mangues e as dunas (FOTOS 3; 4) se destacam numa paisagem marcada pela inundação das águas do mar misturadas à água doce dos rios e riachos, que formam o estuário do Parnaíba. O Turismo no Baixo Parnaíba apresenta grande variedade de atrativos naturais, o que dá à região potencial para o ecoturismo (MMA, 2006).

Foto3 – Delta do Paranaíba



Fonte: DELTA..., 2015.

Foto 4 – Dunas



Fonte: DELTA..., 2015.

5.4 Métodos e regulamentos aplicados ao tratamento das águas confinadas por meios alternativos, destinadas ao consumo humano;

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) e a Cruz Vermelha recomendam métodos de domínio público, utilizados há milênios para desinfetar a água potável. São procedimentos simples como filtrá-la através de panos limpos e ferver por um minuto, esfriá-la e guardar em recipientes limpos e não sujeito a corrosão, bem tampados. Quando não é possível ferver a água coletada de poço, cisterna, rio ou outro corpo hídrico, deve-se filtrar e desinfetar com produto químico (como o cloro) ainda assim, é considerada como “melhor do que nenhum tratamento”, segundo o site oficial da USEPA (2015).

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014) muitas comunidades pequenas do país não fazem qualquer tratamento em seu sistema de abastecimento coletivo de água, embora a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (MS) estabeleça a obrigatoriedade de que toda água para consumo humano, fornecida por sistema e solução alternativa, deva passar por processo de desinfecção ou cloração. A respectiva portaria adota algumas definições importantes como:

- Água para consumo humano - água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem, que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria;
- Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano - abastecimento coletivo destinado a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;
- Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano - modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

A portaria estabelece competências: à FUNASA cabe apoiar as ações de controle da qualidade da água para consumo humano proveniente de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano, em seu âmbito de atuação; e ao responsável pela solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano, compete exercer o controle da qualidade da água produzida e distribuída, garantir a operação e a manutenção nos termos desta Portaria (BRASIL, 2011).

A FUNASA (2014) disponibilizou o *Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado* (MCA), uma ação socioambiental que objetiva auxiliar pessoas que operam soluções alternativas de abastecimento de água em situações especiais e excepcionais, em localidades de difícil acesso:

É evidente que muitos fatores influenciam na carência de tratamento da água dessas comunidades, tais como: ausência do poder público, desconhecimento da legislação, precariedade do sistema de água, falta de conhecimento das tecnologias existentes, deficiência ou falta de pessoal qualificado, custo dos materiais e dos produtos de desinfecção, entre outros aspectos. Nesse contexto, este manual visa orientar os gestores locais na sua tomada de decisão e auxiliar o operador do serviço de abastecimento de água no desenvolvimento de suas atividades e compreensão da importância da desinfecção da água e os benefícios que ela proporciona às populações. (FUNASA, 2014, p.07).

O cloro é o processo de desinfecção mais aplicado nos sistemas de abastecimento de água em todo o mundo e no tratamento da água como complemento do processo de filtração o que resultou em grande benefício à população (FUNASA, 2014, p. 09).

Existe uma boa quantidade de equipamentos para dosagem do cloro, mas para as pequenas comunidades, há dosadores que são fáceis de usar pelos operadores locais, como é o caso do clorador simplificado, desenvolvido pela Funasa (2014) que o MCA ensina como fazer.

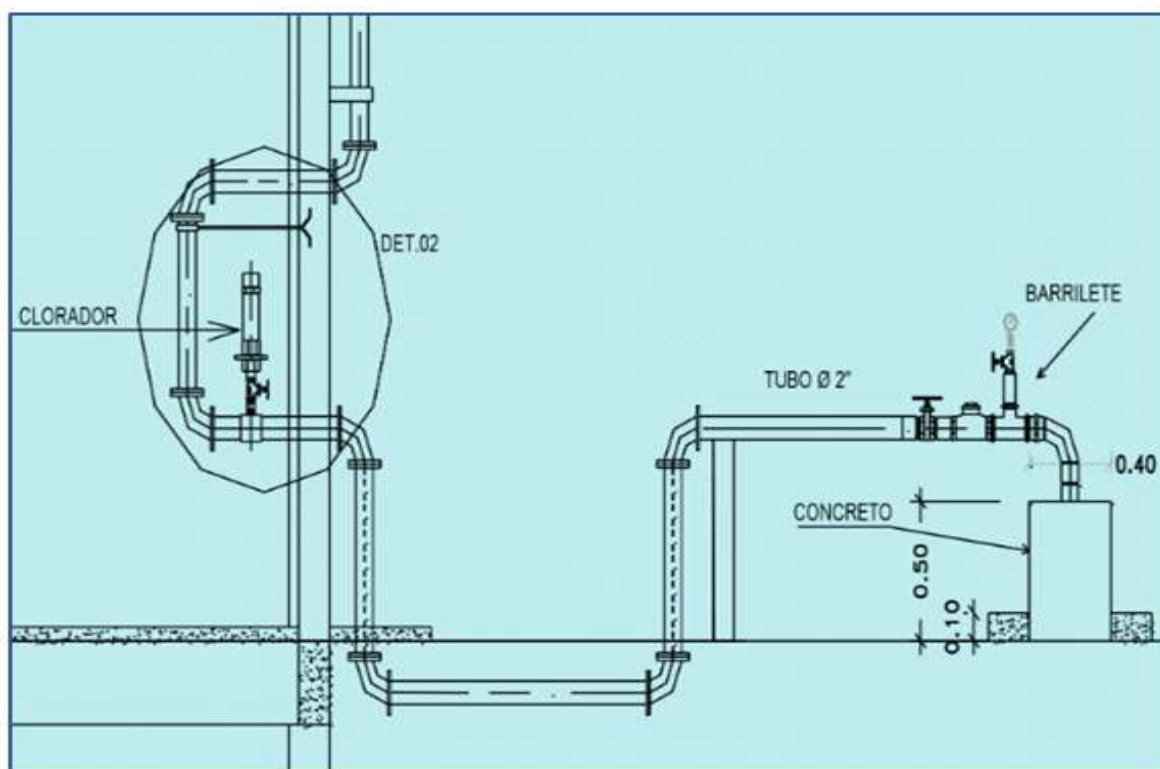
Os principais produtos da família do cloro disponíveis no mercado para realizar a desinfecção da água são o Cloro gasoso; a Cal clorada; o Hipoclorito de sódio e o Hipoclorito de cálcio. A escolha do processo de desinfecção é responsabilidade do gestor do abastecimento, que deve considerar fatores como processo econômico, eficaz, confiável e permanente (FUNASA, 2014, p.12; 15).

O clorador simplificado desenvolvido pela Funasa (2014) é uma TS ambiental sem complexidade, construído de tubos e conexões de policloreto de polivinila (PVC), que serve para adicionar o cloro na água proveniente de manancial subterrâneo, captada por meio de poços tubulares profundos, rasos, cisternas ou escavada, de modo seguro e sem necessidade de instalação elétrica. Foram desenvolvidos dois modelos, A e B, utilizados em situações diferentes de operação:

- Modelo “A” para sistemas manuais: bomba d’água funciona por gerador a diesel, rede elétrica ou solar, e o reservatório enche rapidamente;
- Modelo “B” para sistemas automatizados: que possuem pouca vazão e o reservatório demora um pouco mais para encher. Funciona sem a intervenção constante do operador.

O Manual apresenta o esquema e a lista de materiais para a construção de ambos. A instalação do clorador simplificado pode ser feita na saída do poço ou na subida do reservatório (FUNASA, 2014, p.18). O funcionamento dessa TS ambiental, clorador simplificado, assemelha-se ao clorador de pastilha. Porém, ao invés de usar pastilhas de cloro, utiliza-se uma solução de hipoclorito de cálcio na concentração desejada, de tal modo que a dosagem aplicada fique em torno de 1,0 mg/l, a qual, após o tempo de contato recomendado na Portaria nº 2.914/2011, resulte num teor mínimo de 0,2 mg/l em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Após o enchimento do reservatório, a água estará pronta para a distribuição (FIG. 2).

Figura 2 – Detalhe da instalação do clorador simplificado.



Fonte: MCA/ FUNASA, 2014 p. 19 e 20.

O MCA, que também é considerado um recurso técnico de caráter social, orienta ainda sobre o abastecimento dos cloradores, cuidados no armazenamento e manuseio do material, limpeza

e dosagem do Cloro. Assim como a medição regular do teor de cloro residual livre, que permite controlar o funcionamento do equipamento e a ausência de contaminação na rede de distribuição de água. Os resultados devem constar de uma planilha de controle, também fornecida no Manual (FUNASA, 2014, p. 23-30).

5.5 Exemplos de Governança Econômica e TS ambientais associadas entre si, em busca de soluções para problemas comuns em comunidades ou grupos de indivíduos, com foco nos recursos naturais relacionados à gestão das águas.

Segundo Martins (2007), a palavra *tecnologia* tem sua origem na Grécia antiga, como combinação das palavras *téchné*, que significa arte ou habilidade de fazer algo, de produzir; e *logos*, pensamento, estudo. Assim, a palavra tecnologia passou a compreender um conjunto de habilidades, artes, ofícios e saberes elaborados e/ou aplicados, a partir da observação e experimentação de um método; ou seja, a partir do conhecimento baseado na ciência (MARTINS, 2007).

O Instituto de Tecnologias Sociais (ITS) a define como “um conjunto de técnica e metodologias transformadoras, desenvolvidas e aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e a melhoria das condições de vida” (ITS, 2004, p. 26).

A Fundação Banco do Brasil (FBB) criou, em 2001 o Prêmio FBB de Tecnologia Social, instrumento que identifica, seleciona, certifica e fomenta as tecnologias que apresentem respostas efetivas para diferentes demandas sociais. Para a FBB, Tecnologia Social (TS) compreende produtos, técnicas e metodologias replicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representam soluções efetivas de transformação social (FBB, 2008).

Desde então, surgiram inúmeras classificações complementares entre si. TS ambientais adotadas à Gestão da Água (TSGA) são todas as metodologias e técnicas que facilitam a inclusão social das pessoas, famílias e comunidades no desenvolvimento sustentável local.

As TS ambientais devem ser viáveis, efetivas, dissemináveis e, principalmente, adequadas às realidades culturais, sociais, econômicas e ecológicas das comunidades locais. É fundamental que cumpram os resultados esperados quanto às inserções socioambientais, econômicas e políticas das comunidades. Para as TS ambientais, o que importa, essencialmente, é que sejam

viáveis, efetivas e reaplicáveis; o que propiciará o desenvolvimento social em escala (FBB,2015).

5.5.1 Dois casos de TS ambientais empregadas por meio de arranjos policêntricos

Serão apresentados os exemplos de duas comunidades distintas entre si, localizadas no Estado do Paraná e em Alagoas, respectivamente. Ambas utilizaram-se um conjunto de TS ambientais empregadas por meio de arranjos policêntricos para resolver seus problemas relacionados aos recursos naturais, em particular à gestão das águas, que são:

5.5.1.1 Caso 1: Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar Sanga Ajuricaba, em Marechal Cândido Rondon (PR) - Plataforma Itaipu de Energias Renováveis.

Na área de Meio Ambiente, podemos destacar às iniciativas voltadas aos recursos naturais com vistas à preservação qualitativa dos corpos hídricos. Essa ação é um exemplo que poderá ser reaplicado em regiões semiáridas como no caso da RH do Parnaíba, em sua sub-bacia do Parnaíba baixo. A Plataforma Itaipu de Energias Renováveis (PIER) segmento da Usina hidrelétrica ITAIPU Binacional — sociedade de economia mista —, desenvolve trabalho na área de resíduos sólidos rurais e urbanos como produtores de energias renováveis (ITAIPU, 2015).

Em 2003, A ITAIPU Binacional estabeleceu um novo desafio: manter-se sensível ao seu entorno, na sua região de influência, ao mesmo tempo em que continuasse a gerar com eficiência os 20% de toda a energia consumida no Brasil. Foi então que passou a incorporar a dimensão socioambiental aos seus objetivos. A nova meta foi preservar a qualidade das águas antes que essas encontrassem as águas do reservatório de ITAIPU, ou seja, desde as nascentes dos rios que alimentam esse reservatório (BLEY, 2015 p.171).

O programa de ações preventivas e compartilhadas com outros usuários das águas foi estabelecido e teve como meta estimular a responsabilidade de gestão ambiental da região por meio da diminuição da poluição hídrica e oferecer condições para a aplicação de conceitos sustentáveis em todas as atividades produtivas. Em 2008, como planejamento estratégico, a Assessoria de Energias Renováveis submeteu à diretoria-geral brasileira um programa que se

convencionou chamar de **Plataforma ITAIPU de Energias Renováveis**. “A Plataforma tecnológica funciona em uma dimensão sistêmica, facilitando a complementariedade e a comunicação dos diversos agentes do desenvolvimento, como pesquisadores, empresários, gestores públicos e outros; todos interessados em determinados temas específicos”. (BLEY, 2015 p.171)

No caso da Plataforma ITAIPU, a missão adotada foi a de oferecer bases técnicas e conceituais para o desenvolvimento de políticas públicas. Logo foi estabelecido o projeto socioambiental de dimensões regionais, o Programa *Cultivando Água Boa*, que abrangeu um território de cerca de 800 mil hectares e 700 mil habitantes. No território existem 13 sub-bacias hidrográficas cujas águas irrigam e alimentam o reservatório da ITAIPU. Essa região territorial é responsável por aproximadamente 20% da produção brasileira de alimentos de origem proteica e têm 75% do território utilizado para a produção de soja e milho, que é convertida em proteína animal por um rebanho de 1,5 milhões de suínos, 45 milhões de aves e 500 mil vacas leiteiras:

O acúmulo significativo de resíduos orgânicos concentrados nas regiões de produção, como as carcaças de animais e dejetos criaram ambientes que degradavam o meio biológico pelo acúmulo de matéria orgânica residual, sem o devido tratamento. O efeito ambiental abordou os riscos causados por resíduos e efluentes excedentes da produção de animais estabulados e da agroindústria, dispostos inconvenientemente no ambiente, causando poluição hídrica, pelo elevado teor de carga orgânica e nutriente neles contidos. Evidenciava, em âmbito local, a eutrofização das águas dos rios e das zonas periféricas do reservatório de ITAIPU. Esses indicadores de comprometimento da qualidade das águas tiveram grande significância no momento em que os restos orgânicos, como remanescentes florestais cobertos pelas águas, entraram em decomposição no fundo do reservatório em ausência de oxigênio, e foram degradados ou digeridos, durante um bom tempo. A eutrofização declinava significativamente, chegando a ser nula, quando as estações de monitoramento começaram a registrar índices significativos (BLEY, 2015 p. 175).

Na implantação do Programa, percebeu-se que isso se devia ao aumento da entrada de sedimentos orgânicos originados da disposição incorreta dos esgotos e lixo urbanos, dos dejetos dos animais, da intensa agroindustrialização. Para conter a eutrofização do reservatório, seria impositivo estancar as emissões incorretas dos efluentes, dejetos e resíduos sólidos orgânicos das atividades em operação no território da bacia hidrográfica, pois tratar as águas do reservatório de 135 mil hectares de espelho d'água seria economicamente inviável (BLEY, 2015 p. 175).

A eutrofização é o fenômeno que ocorre em lagos, represas e açudes, causado pelo acúmulo de nutrientes como Nitrogênio e Fósforo, encontrados em abundância nas fezes de homens e animais. A água enriquecida faz com que proliferem bactérias, plâncton e algas, muitas delas tóxicas que, ao morrerem causam gosto e odores desagradáveis, além de consumirem oxigênio dissolvido e matarem peixes (UFRRJ, 2015).

Assim, para recuperar a qualidade das águas e reduzir os índices eutróficos que ocorriam no reservatório, seria necessário evitar a entrada dos sedimentos orgânicos pelas calhas dos rios que o alimentam. Estas questões, somadas a necessidade de gerar novas rendas para pagar os investimentos ambientais; levou à valorização energética da biomassa residual, por meio da produção do biogás. A solução encontrada foi optar pelo tratamento dos dejetos brutos por digestão anaeróbica, incorporando o biogás, como produto energético, e o efluente, como biofertilizante (BLEY, 2015 p. 176).

Em 2009, um condomínio de biodigestores foi idealizado por técnicos da Usina de Itaipu para utilizar os dejetos suínos e bovinos de pequenas propriedades que anteriormente os lançavam na bacia do Rio Ajuricá, em Marechal Cândido Rondon, e assim produzir biogás e biofertilizantes (FOTO 5; FIG.3). O principal objetivo do projeto era de evitar que a poluição dos rios chegasse ao lago da hidrelétrica (GLOBO, 2013).

Desta forma, o projeto-piloto de gasoduto foi instalado na cidade de Marechal Cândido Rondon. A empresa Itaipu forneceu o material e a assistência técnica. Os produtores entraram com a mão de obra. O biodigestor é um reservatório de fibra de vidro totalmente fechado que recebe os dejetos dos animais canalizados por gravidade e vão se acumulando no fundo (FIG.3). Durante o processo de fermentação, o material produz o biogás composto principalmente de gás metano, que é armazenado em balões de plástico (FOTO 5). Esse gás é excelente combustível e tem variada aplicação, como a queima direta em aquecedores usados na criação de animais em confinamento.

Foto 5 – Sítio com biodigestor e tanque de biofertilizante



Fonte: GLOBO, 2013.

Figura 3 – Representação esquemática da geração do gás no biodigestor.



Fonte: GLOBO, 2013.

O biodigestor também produz biofertilizante. Depois de passar pelo processo final de fermentação, que leva 30 dias, o material armazenado dentro do biodigestor chega ao topo do reservatório e vaza por um funil que o despeja um tanque de lona plástica. O biofertilizante não tem mais aquele cheiro forte do esterco, não atrai moscas e é um adubo de excelente qualidade, que pode ser espalhado nas pastagens e lavouras (FOTOS 6; 7).

Foto 6 – Biofertilizante lançado na lagoa de decantação.



Foto 7 – Carreta de distribuição do biofertilizante na lavoura.



Como a produção individual de gás é considerada pequena por unidade de sítio, os técnicos criaram um condomínio para juntar todo o biogás produzido na bacia do Rio Ajuricaba. O condomínio funciona da seguinte maneira: à medida que o balão do biodigestor enche, o compressor empurra o gás através de tubulação para a rede principal, enterrada ao longo da estrada (FOTOS 8; 9).

Foto 8 – Compressor para condução do biogás à rede.



Fonte: ITAIPU, 2015.

Foto 9 – Maquete com rio e sítios do condomínio.



Fonte: ITAIPU, 2015.

Em 2013, eram 33 biodigestores ligados nos 25 quilômetros percorridos pelo gasoduto até chegar aos depósitos da usina termelétrica (FOTOS 10; 11). Juntos, os bois e os porcos geram 16 mil toneladas de dejetos por ano, que têm condições de gerar 266 mil metros cúbicos de biogás. Esse volume pode gerar 445 mil quilowatt/hora (kWh) anuais, o suficiente para abastecer 150 residências. Assim, o secador a renda coletiva chega a R\$ 270 mil por ano com a energia térmica, elétrica e veicular, além de biofertilizantes. O biogás abastece também de grãos da Cooperativa dos agricultores, que tiveram uma redução média de 10% nos gastos com a secagem da safra (GLOBO, 2013).

Foto 10 – Microcentral Termelétrica a Biogás do Ajuricaba



Fonte: ITAIPU, 2015.

Foto 11 – Microcentral Termelétrica a Biogás do Ajuricaba



Fonte: ITAIPU, 2015.

O modelo do projeto de Marechal Cândido Rondon será replicado na cidade de Entre Rios, Oeste do Paraná. O município tem cerca de 130 mil suínos em 96 granjas no meio rural (seus resíduos correspondem a uma cidade do tamanho de Londrina, com População estimada pelo IBGE para 2015 na ordem de 548.000) e 4 mil moradores na área urbana. São propriedades

geralmente pequenas que precisam se interligar, pois a ação coletiva viabiliza os negócios individuais de biodigestores, segundo Bley (Itaipu Binacional, 2014).

O projeto é da Coordenadoria de Energias Renováveis de Itaipu, em parceria com o Parque Tecnológico Itaipu (PTI) e Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação (ITAI), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB/PR), o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), Companhia Paranaense de Energia (COPEL) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); um excelente exemplo de governança econômica, com foco no desenvolvimento sustentável. Essa proposta que utiliza TS ambientais para gerar energia com biogás em condomínios por meio de biodigestores conectados a um gasoduto e uma única central geradora, é genuinamente brasileira. A Europa, por exemplo, transporta seus dejetos para um único biodigestor extremamente tecnificado (ITAIPU, 2014).

O Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Agência Nacional do Petróleo (ANP) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) acompanham o projeto, observado por diversos organismos internacionais como a Organizações das Nações unidas para Desenvolvimento Internacional (ONU/DI), pela Organização Latino-Americana de Desenvolvimento de Energia (OLADE), dentre outros. O governo do Uruguai também assinou memorando de entendimento com Itaipu para instalar um condomínio semelhante no Departamento (Estado) de San Jose, próximo a Montevidéu (ITAIPU, 2014). Essa proposta que utiliza TS ambientais para gerar energia com biogás em condomínios por meio de biodigestores conectados a um gasoduto e uma única central geradora, é genuinamente brasileira.

Os resultados alcançados nesse projeto demonstram que as grandes transformações são sempre fruto das ações coletivas e apontam para um novo modelo de desenvolvimento territorial, que se sustenta num tripé formado por: administrações municipais comprometidas com o aprimoramento da gestão pública; um setor privado dinâmico e empreendedor e uma forte mobilização de capital social, gerado principalmente pela tradição associativista. A ITAIPU demonstrou o desdobramento dessa **ação socioambiental** que em escala real, viabilizou economicamente a produção e uso do biogás em um projeto que nasceu da necessidade de tratar e despoluir os corpos hídricos da região (BLEY, 2015).

5.5.1.2 Caso 2: H2Sol – Água Solar

São José da Tapera, cidade situada a 240 km de Maceió, no Estado de Alagoas, tinha um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) considerado baixo em 2010 (IDH = 0,52) e renda inferior a meio salário mínimo, segundo Atlas do Desenvolvimento Humano (2013). O Instituto Eco Engenho elegeu a comunidade de Sítio Baixas, nesta cidade, para implantar o Programa *H2Sol – Água Solar* (FOTO 11). Foram instalados microssistemas produtivos de irrigação, para a produção de pimentas hidropônicas. Assim, programaram um conjunto de ações que envolviam o uso de energias renováveis e TS ambientais adequadas ao contexto socioeconômico da comunidade (FBB, 2015).

Dentre as instituições que se uniram a esse projeto, destacam-se: Fundação Fiorello LaGuardia/Fundação Cariplo, Fundo de Microcrédito de Alagoas – FUNCRED; United State Agency for International Development – USAID-Brasil; e Environment Energy and Enterprise Ventures Private Limited e In WEnt – 3V (ECOENGENHO, 2015).

Foto 11 – Sistemas de produção de pimentas. Sítio Baixa, São José da Tapera, AL.



Fonte: ECO ENGENHO, 2015.

A extrema escassez de água na região em períodos de seca, fez com que se adotasse o cultivo da Pimenta devido a sua resistência e adequação ao sistema hidropônico que permite recircular a água direcionando-a para as raízes das plantas, o que reduz desperdícios; bem

como o seu alto valor agregado quando comercializada em forma de vinagrete e/ou em condimento desidratados nos secadores termo solares (FOTOS 12; 13). O fato de inexistir rede elétrica na comunidade na época de instalação do projeto, levou o Instituto Eco Engenho a adotar módulos de energia solar fotovoltaica para alimentar uma pequena bomba d'água de 12 V cc.

Foto 12 – Secadores termo solares



Fonte: ECO ENGENHO, 2015.

Foto 13 – Produção de pimentas em conserva, comunidade Sítio Baixa.



Fonte: ECO ENGENHO, 2015.

O projeto H2Sol mudou a situação de pobreza crônica da comunidade e a renda familiar mensal que era inferior a R\$ 90,00, passou para algo em torno de R\$ 500,00. Informação com inovação tecnológica, energias limpas, manejo adequado da água e dos recursos ambientais foram as principais ações envolvidas neste trabalho, segundo o Banco de Tecnologias sócias da Fundação Banco do Brasil. O *H2Sol: Água Solar* trabalhou o fator de produção e superação das limitantes e tradicionais culturas de subsistência e assim alcançaram produtos de valor agregado para o mercado de nichos especiais (FBB, 2015).

5.5.2 Modelos de duas Cisternas e dois Exemplos de TS ambientais Certificadas pela FBB

O Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais, no Programa Cisternas (Decreto nº 8.038/2013), financiados pelo Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), tem como objetivo a promoção do acesso à água para consumo humano e para a produção de alimentos por meio da implantação de tecnologias sociais simples e de baixo custo para as famílias rurais de baixa renda atingidas pela falta

regular de água. As cisternas adotadas se apresentam em três volumes e atendem a duas finalidades distintas. Ambas são confeccionadas com placas pré-moldadas de concreto:

- 1) Modelo Cisterna Padre Cícero - 52.000 litros de água potável, para consumo coletivo – voltada a agricultura familiar, instalada em escolas e núcleos comunitários.
- 2) Modelo Cisterna de Placas Pré-moldadas:
 - 20.000 litros de água potável, para consumo familiar - média de 22 litros por pessoa/dia para uma família de cinco (5) pessoas, durante seis (6) meses;
 - 16.000 litros de água potável, para consumo familiar - média de 17 litros por pessoa/dia para uma família de cinco (5) pessoas, durante seis (6) meses.

Segundo a ONU, o volume diário de água que uma pessoa precisa para atender às suas necessidades básicas é de 110 litros (ONU, 2015). O que nos leva a observar o quanto ainda há por ser feito pela população brasileira, embora, deva-se considerar que os valores acima referidos sejam de consumo complementar nos períodos em que todas as outras fontes de água tenham sido suprimidas.

A mobilização social das famílias contempladas e a participação de instituições representativas da localidade estimulam o envolvimento de todos e valoriza a educação popular. As TS ambientais são realizadas em regime de cooperação. Isso leva essas pessoas a desenvolverem o sentimento de ‘pertencimento’ e de responsabilidade com os equipamentos instalados (MDS, 2015).

5.5.2.1 Modelo Cisterna Chapéu do Padre Cícero.

A Cisterna Chapéu do Padre Cícero (FOTO 14) tem capacidade de estocar até 52.000 litros de água. Está ligada a um calçadão circular, que somado ao seu teto representa uma área de 80 m² que servem como área de captação da água das chuvas que escorrem para seu interior através de fendas nas bordas. Utiliza-se bomba elétrica para retirar a água (em alguns lugares ermos tem-se aplicado o uso de energia solar). Seu maior problema está na necessidade de retirar árvores de grande e médio porte do entorno imediato. Seu uso é coletivo, quando destinado **às escolas e ações comunitárias ou à agricultura familiar** (FOTO 15). Tem como objetivo garantir a viabilidade do espaço cultivável em pequenas áreas para oportunizar a segurança alimentar e nutricional através do cultivo de hortaliças; além de capacitar as

famílias na gestão dos recursos naturais. Sua técnica construtiva é similar a cisterna de placas pré-moldadas que será mostrada a seguir (FBB, 2015).

Foto 14 – Cisternas chapéu do Padre Cícero.



Fonte: FBB, 2015.

Foto 15 – Cultivo de hortaliças



Fonte: FBB, 2015.

O valor atualizado para a construção da cisterna chapéu de Padre Cícero é de R\$ 5.366,34, pois não utiliza mão de obra terceirizada e utiliza menos material em sua construção (FBB, 2014), similar ao das Cisternas de polietileno, que armazenam 16.000 litros, distribuídas pela CODEVASF em 2014.

A comunidade Catolé/CE, em 2013, por exemplo, foi beneficiada com essa TS ambiental, que impulsionou o fabrico de goma na casa de farinha da associação dos agricultores e permitiu que as famílias agricultoras obtivessem ganhos reais na renda com a comercialização da goma, produto três vezes mais caro que a farinha de mandioca (agregaram valor à produção final). A transferência da metodologia construtiva dessa TS ambiental permite replicá-la, pois é repassada através de cartilhas, boletins, oficinas, cursos de capacitação.

5.5.2.2 Modelo Cisterna de Placas Pré-moldadas

Cisterna de Placas Pré-moldadas são reservatórios cilíndricos construídos com placas pré-moldadas (FOTOS 16; 17) para uso individual junto às habitações familiares, destinadas a armazenar água da chuva captada dos telhados por calhas de zinco e PVC. A água captada é tratada com produtos clorados e assim se mantém em boas condições de uso para os períodos de seca (FBB, 2013).

Foto 16 – Cisterna pronta com placas pré-moldadas

Fonte: FBB, 2012.

Foto 17 – Construção da cobertura com placas pré-moldadas

Fonte: FBB, 2012.

Segundo a *Cartilha Temática: Tecnologias e Práticas Hidroambientais para convivência com o Semiárido*, Volume II, da Secretaria de Recursos Hídrico do Ceará (SRH/CE, 2010), um telhado de 40m², com precipitação anual de 750 mm e eficiência de captação de 70%, receberá até 21.000 litros, capazes de suprir uma família de 05 pessoas durante 6 meses (média de 22 litros por pessoa/dia). Esse dimensionamento aplica a seguinte fórmula: $V = A \times B \times C$, sendo A = área do telhado em metros quadrados, B = Precipitação anual em milímetros e C = Eficiência de captação de 70% ou 0,7.

Suas principais vantagens são o baixo custo de construção (em 2013, era de R\$2.300,00, aproximadamente, segundo a ASA BRASIL), TS ambiental ecologicamente correta, redução de problemas de saúde pública e na independência dos carros-pipa. A cisterna de placas permite o armazenamento de água para consumo humano em reservatório protegido da evaporação e contaminações causadas por agentes externos. Dentre as desvantagens, estão a dificuldade em identificar vazamentos. Alguns aspectos ainda devem ser observados: O seu uso exige uma elevada disciplina em relação à manutenção, cloração e limpeza; seu dimensionamento condicionado à área dos telhados, e há necessidade do envolvimento e colaboração dos beneficiários (FFB, 2013).

Quanto ao manejo da água armazenada, recomenda-se colocação de um filtro ou tela na entrada da água da cisterna; filtração ou fervura como método de tratamento da água, adição

de cloro, não retirar a água da cisterna por meio de baldes ou latas, manter limpo o entorno da cisterna, higienizar as mãos e os utensílios para contato direto com as águas estocadas (SRH/CE, 2010).

Os cuidados com Vida Útil do Projeto (VUP) envolvem a limpeza anual (interna e externa), manutenção preventiva e corretiva da estrutura física e de captação da água; evitar o esvaziamento integral para prevenir rachaduras; capacitação técnica dos beneficiários quanto à importância em cuidar da manutenção e uso da cisterna (SRH/CE, 2010).

As primeiras águas das chuvas são canalizadas para as hortas das famílias, que desenvolveram metodologias para economizar água nas irrigações semanais, como ilustram as fotografias 18 e 19, abaixo.

Foto 18 – TS ambiental aplicada ao cultivo de hortaliças



Fonte: CEPFS, 2012.

Foto 19 – Cultivo de hortaliças



Fonte: CEPFS, 2012.

A técnica social adotou o sistema de irrigação por gotejamento ao utilizar uma tubulação perfurada no centro do canteiro, recoberta por cascalhos ou britas, montados sobre lona 200 microns e dupla face, formando canteiros que receberão a terra preparada para o cultivo das hortaliças. Este canteiro consome 80 litros de água por semana enquanto o tradicional gasta 60 litros por dia, segundo informações do Programa “Convivência com a Realidade Semiárida, Promovendo o Acesso Água, Solidariedade e Cidadania” (CEPSF, 2013).

5.5.2.3 Exemplo 1: Projeto dessalinização solar-térmica

Esta TS ambiental pode ser empregada **no uso individual ou no uso coletivo**, como no exemplo abaixo, de uma escola. Basta que seja dimensionado segundo critérios técnicos como insolação e número de usuários. O Instituto Eco Engenho (2015) confeccionou uma cartilha de como construir um dessalinizador de água. O equipamento baseia-se em técnica vernacular, mas desenvolve a TS ambiental com novos materiais. As fotografias 20 e 21 mostram dois modelos de destilação de água através da evaporação/condensação. O primeiro em uma estufa em forma de barraca coberta com plástico resistente a raios ultravioletas e o modelo ao lado já industrializado (ECOENGENHO, 2015).

Foto 20 – Dessalinizador desenvolvido pela EcoEngenho – Modelo padrão.



Fonte: ECO ENGENHO, 2015; FBB, 2015.

Foto21–Dessalinizador na Comunidade Sítio Baixas, São José da Tapera, Alagoas

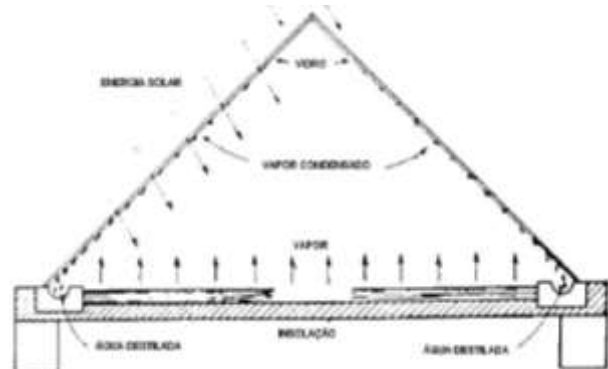


Fonte: ECO ENGENHO, 2015; FBB, 2015.

Dois módulos desse dessalinizador solar térmico modelo padrão estão em construção na comunidade Várzea do Marinho, em Ouro Branco, Alagoas. Foram dimensionados para suprir as necessidades da escola da comunidade (2m de largura por 30m de comprimento). Os dois módulos produzirão em média 360 litros de água destilada por dia, conforme o nível de insolação. O projeto teve o patrocínio da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID). Esse destilador, similar à estufa solar de plantas e vegetais, possui um reservatório raso (ocupando toda área do piso) com água que é aquecida pelo sol até se evaporar. A água evaporada se condensa na superfície interna da cobertura inclinada que cobre o reservatório, conforme mostram a fotografia 22 e a figura 4, a seguir (ECOENGENHO, 2015).

Foto 22 – Dessalinizador em construção

Fonte: ECO ENGENHO, 2015.

Figura 4 – Desenho esquemático da TS ambiental

Fonte: ECO ENGENHO, 2015.

5.5.2.4 Exemplo 2: Bomba d'água Trampolim

A Bomba d'água Trampolim (FOTOS 23; 24) recebeu a Certificação de Tecnologia Social da FBB em 2011 e 2015 e, em 2013, Menção Honrosa da Associação de Engenharia Automotiva de Meio Ambiente (AEA). A bomba tem estrutura fixa e maior capacidade de coleta de água das cisternas. Oferece o manejo correto da água captada e armazenada. As primeiras orientações em relação ao uso e ao tratamento da água são a separação de um balde só a para coleta da água, além de clorar, ferver, filtrar e acondicioná-la corretamente. A bomba Trampolim, além de reduzir os riscos de contaminação da água captada, facilita sua utilização por mulheres, crianças e idosos, pois reduz a força mecânica no bombeamento, segundo o CEPFS (FBB, 2013).

Foto 23 – Bomba d'água Trampolim

Fonte: FBB, 2015.

Foto 24 – Bomba d'água Trampolim

Fonte: FBB, 2015.

Outra boa vantagem da bomba Trapolim é o seu custo final (menor que a bomba bola de gude) e há maior possibilidade de ganhos em escala, uma vez que essa TS ambiental é viável à replicação. Em 2013, o custo médio estimado dessa tecnologia era de aproximadamente R\$283,50 (duzentos e oitenta e três reais e cinquenta centavos) por família beneficiada. Agora em 2015, seu valor foi de R\$226,50 (duzentos e vinte e seis reais e cinquenta centavos) por família beneficiada, uma redução 20% no custo final (FBB, 2015).

Segundo a FBB (2015), a ferramenta tem ótima durabilidade e se apresenta eficaz no processo de coleta de água das cisternas, não só para o consumo humano, mas também para pequenas irrigações, pois o mecanismo do seu bombeamento permite potencializar o uso da água sob o ponto de vista racional, sem desperdício e de maneira sustentável.

6 PROPOSTA DE AÇÃO METODOLÓGICA

Esta monografia demonstrou como grupos comunais se organizam para gerir seus recursos naturais voltados à água. Foi possível perceber que as TS ambientais para serem replicadas nas comunidades inseridas na sub-bacia do baixo Parnaíba, na área em estudo — o Litoral norte do Piauí; caberá à realização de estudos que compreendam a dinâmica, os problemas e as particularidades locais, com o objetivo de montar um banco de dados, fundamental para subsidiar a concepção de novos projetos.

Para tanto, será necessário adotar alguns critérios metodológicos exigidos por instituições que financiam a execução das ações comunais de seus parceiros, como as Fundações Banco do Brasil ou a Petrobrás. Um breve roteiro metodológico deve ser aplicado na elaboração desses projetos, pautado no arranjo da governança econômica, conforme consta do Manual Fundação Petrobras (2015):

- **Informações básicas** (nome do projeto, organização proponente, Município e Estado, abrangência do projeto, linha programática, se há temas transversais do projeto como gênero, pessoas com necessidades especiais, ou pescadores, etc.);
- **Resumo da ação pretendida e o contexto que se insere** (o que é a sua organização, em que realidade o projeto vai atuar, quais serão os participantes do projeto);
- **Como o projeto será organizado** (objetivo geral, os objetivos específicos, ações pretendidas, resultados esperados, em que princípios e experiências se baseiam a metodologia a ser utilizada, quem irá coordenar o Projeto e qual será a equipe técnica);
- **Como salvaguardar a sustentabilidade do projeto** (como a comunidade vai participar do projeto, quais serão os parceiros, como o Projeto pretende interagir com políticas públicas);
- **Como avaliar o projeto** (realizar avaliações processuais e avaliar resultados);
- **Cronograma do projeto a ser cumprido** (estimar etapas e riscos, orçamento resumido e Orçamento físico-financeiro), monitoramento durante e após a execução do projeto, conforme estabelecido nos cronogramas, a fim de garantir que as ações sociais cumpram categoricamente seus objetivos econômicos e ambientais (PETROBRAS, 2014).

7 CONCLUSÃO

Este estudo realizado na forma de monografia permitiu analisar o potencial de contribuição que a governança econômica exerce sobre as TS ambientais na promoção da qualidade de vida nas comunidades em que foram implantadas.

As ações adotadas pelas comunidades em arranjos socioambientais voltados ao princípio da governança econômica, e aqui apresentados, permitiram perceber que não há como se estabelecer uma regra única de medidas para todo o país; mas tão somente conceitos sobre suas metodologias.

Caberá a cada grupo de pessoas com objetivos comuns, buscar estratégias de ação pautadas nos conhecimentos de âmbito local, onde as especificidades e as diferenças (culturais, de conhecimento, de capacidade institucional, organizativa, financeira, entre outras) se sobressaem. Projetos adotados com sucesso em determinadas localidades podem representar fracassos em outras, pois são inúmeros os fatores a serem considerados quando da adoção das estratégias e ações.

Assim, para a replicação de novas Técnicas e TS ambientais nas comunidades inseridas na sub-bacia do baixo Parnaíba, na área em estudo — o Litoral norte do Piauí —; caberá à realização de estudos que compreendam a dinâmica e as particularidades locais, com o objetivo de montar um banco de dados, fundamental para subsidiar a concepção de novos projetos.

Concluimos, portanto, que as TS ambientais, quando implantadas por meio da governança econômica, podem trazer inúmeros benefícios aos seus participantes. A razão para esse fato pode parecer um tanto óbvia: as TS ambientais são desenvolvidas e aplicadas com um foco claro — a resolução de problemas socioambientais existentes em um dado local e, para isso, utilizam-se de estratégias múltiplas que permitem o alinhamento de interesses e visões comuns na construção de soluções mais abrangente para os problemas de caráter financeiro —; porque não se faz sustentabilidade sem equilibrar o seu tripé social, ambiental e econômico.

REFERÊNCIAS

- ABE AEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. Site oficial Disponível em: <<http://www.portalabeeolica.org.br>>. Acesso em: 09 set. 2015.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- ALVES, Maria Odete et al. Gestão Comunal de águas: A experiência da Comunidade Lagoa dos Cavalos – Ceará. *Revista Raízes*, v.31, n.2, jul-dez/2011.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água. Panorama Nacional*, v. 01. Brasília: ANA/Engecorps/Cobrape, 2010.
- _____. Biblioteca Virtual. Disponível em: <www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes.htm>. Acesso em: 28 mai. 2015.
- _____. Região Hidrográfica do Parnaíba: Escassez de água: um das dificuldades para o desenvolvimento. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/Parnaiba.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- _____. Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em: 29 ago. 2015.
- _____. Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras. Edição Especial. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/docs/regioeshidrograficas.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2015.
- _____. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Regiões Hidrográficas Brasileiras*. Edição Especial. Brasília: ANA, 2015.
- _____. Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2013. 432 p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2013_rel.pdf>. Acesso em: 18 out. 2015.
- AQUAFLUXUS. Consultoria ambiental em recursos hídricos. Disponível em: <<http://www.aquafluxus.com.br>>. Acesso em: 08 out. 2015.
- ASA BRASIL. Sobre nós. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/sobre-nos/historia>>. Acesso em: 17 nov. 2015.
- AZEVEDO NETTO, J. M. Cronologia do abastecimento de água (até 1970). *Revista DAE*, v. 44, n. 137, p.106-111, jun. 1984.
- BENÉVOLO, Leonardo. *História da cidade*. São Paulo: Perspectiva, 1983. 727 p.

BLEY Jr, Cícero. *Biogás: a energia invisível*: prefácio de Leonardo Boff – 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo: CIBiogás; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2015. Disponível em: <http://www.cogen.com.br/paper/2015/Biogas_Energia_Invisivel.pdf>. Acesso em 19.12.2015

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília/DF, 14 dez. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 26 nov. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. *Caderno da região hidrográfica do Parnaíba*. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf>. Acesso em: 17 out. 2015.

_____. Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Rio Parnaíba. Relatório preliminar: Fase de Diagnóstico. BRASÍLIA: MMA 2001.

_____. Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE-baixo Parnaíba. Brasília, DF: MMA, 2002.

_____. Portal Brasil. Observatório da seca. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/observatoriodaseca/index.html>>. Acesso em: 12 out. 2015.

CAPELARI, Mauro Guilherme Maidana; ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de; CALMON, Paulo Carlos Du Pin. Governança de Recursos de Propriedade Comum: uma aproximação preliminar entre Vincent e Elinor Ostrom. Brasília: Centro de Estudos Avançados de Governo e de Administração Pública – CEAG/UNB, 02/2015. (Série Textos de Discussão CEAG/UNB)

CEPFS. Centro de Educação Popular e Formação Social. Mais caras cisternas de plástico doadas pelo governo deformam no semiárido e são alvo de críticas. 19/03/2012. Disponível em: <<http://cepfs.blogspot.com.br/2012/03/mais-caras-cisternas-de-plastico-doadas.html>>. Acesso em: 10 out. 2015.

CERQUEIRA, G. A. et al. A Crise Hídrica e suas Consequências. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, abril/2015. (Boletim Legislativo nº 27, de 2015). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em: 16 abr. 2015.

CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Codevasf alcança mais de 21 mil famílias alagoanas com cisternas do Água para todos. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/noticias/2015/codevasf-alcanca-mais-de-21-mil-familias-alagoanas-com-cisternas-do-agua-para-todos/1>>. Acesso em: 26 nov. 2015.

_____. Plano de ação para desenvolvimento integrado da Bacia do Parnaíba. PLANAP: Plano de Ações Estratégicas da para desenvolvimento integrado da Bacia do Parnaíba. Brasília, DF: TODA Desenho e Arte Ltda., 2006.

COMISSÃO Sobre Governança Global. *Nossa Comunidade Global*. Relatório da Comissão sobre Governança Global. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996.

CORDEIRO, Roberto Batista. *Custos e benefícios com reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável*. São Paulo: PUC, 2009.

CPTEC/INPE. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Site oficial. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 01 set. 2015.

DELTA do Parnaíba. Caravana da aventura. Disponível em: <<http://www.caravanadaaventura.com.br/mapa-da-aventura/nordeste/item/delta-do-parnaiba-pi>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

DELTÁRIO Parnaíba. 2013. Disponível: <<http://deltarioparnaiba.com.br/wp-content/uploads/2013/10/mapa.jpg>>. Acesso em: 10 out. 2015.

ECO ENGENHO. Instituto Eco Engenho. Maceió-Alagoas. Disponível em: <<http://www.ecoengenh.org.br/old/projetos.php>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Meio-Norte. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/meio-norte>>. Acesso em: 11 set. 2015.

FAPESP. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Elinor Ostrom. *Revista Pesquisa FAPESP*. <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/07/16/elinor-ostrom-1933-2012>. Acesso em: 27 out. 2015.

FBB. FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Cisterna chapéu do Pe. Cícero. 01/09/2014. Disponível em: <<http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/detalhar-tecnologia-135.htm>>. Acesso em: 30 out. 2015.

FBB. FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. H2sol. Água solar. Disponível em: <<http://fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/h2sol-agua-solar.htm>>. Acesso em: 30 out. 2015.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera M. C.; PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. Passo Fundo, RS: UPF, 2005.

FONSECA, Alberto de Freitas Castro. Controle e uso da água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX. 2004. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Ouro Preto. Minas Gerais. 2004.

FRANÇA, Francisco M. C. et al.. *Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido: Cisterna de placas: construção, uso e conservação*. Secretaria dos Recursos Hídricos/ Ceará, v. 2, 2010.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. *Manual de normalização de publicações técnico-científicas*. 9. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.

FRANCO, Renato Alberto Momesso; HAGA, Kuniko Iwamoto; HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino. Evaporação do solo mais transpiração Vegetal é igual a evapotranspiração. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. São Paulo: UNESP, [s.d.]. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/evapotranspiracao.php>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde*. Brasília: Funasa, 2014.

_____. Site oficial. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br>>. Acesso em: 11 set. 2015.

GIACCHINI, Margolaine. *Uso/Reuso da água*. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. Crea-PR. Paraná: Crea, 2011.

GLOBO. com. Globo Rural. Projeto em Itaipu trata os dejetos das criações de porcos e gado de leite. 09/06/2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/06/projeto-em-itaipu-trata-os-dejetos-das-criacoes-de-porcos-e-gado-de-leite.html>>. Acesso em: 26 nov. 2015

GNADLINGER, J. *Técnica de diferentes tipos de cisternas, construídas em comunidades rurais do Semiárido brasileiro*. Juazeiro, BA: IRPAA, 2008.

GOMES, Luciano de Andrade. *Desempenho de um reator anaeróbio em batela das sequenciais no tratamento de lixiviado proveniente da degradação de resíduos sólidos urbanos*. 2008. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Tecnologia, Departamento e Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2008.

GONÇALVES, R. F. *Uso Racional da Água em Edificações*: in PROSAB - Rede Cooperativa de Pesquisas. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HARDIN, Garrett. The Tragedy of the Commons. *Science*, New Series, vol. 162, n. 3859, pp. 1243-1248, dec. 13, 1968.

HOUAISS. Lixiviação. *Grande Dicionário Houaiss*. Disponível em: <<https://acesso.uol.com.br/login.html?skin=houaiss&dest=REDIR|http://houaiss.uol.com.br/busca?palavra=Lixivia%2525C3%2525A7%2525C3%2525A3o>>. Acesso em: 10 out. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>. Acesso em: 02 jun. 2015.

IPHAN/PIAUI. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. *Cidades do Piauí testemunhas da ocupação do interior do Brasil durante o século XVIII*: Conjunto Histórico e Paisagístico de Parnaíba. Teresina, PI, 2008.

ITAIPU BINACIONAL. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/energia-produzida-em-propriedades-rurais-abastece-rede-da-copel>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

ITS. Instituto de Tecnologia Social. *Caderno de Debate*. Tecnologia Social no Brasil, nov.200. Disponível em:
<http://www.itsbrasil.org.br/sites/itsbrasil.w20.com.br/files/caderno_debate_0.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia do Trabalho Científico*: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1986.

LAURIOLA, Vincenzo. Elinor Ostrom: Um Nobel heterodoxo e rosa-verde Sinal de esperança? *Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica*, n. 21, p. 3-8, maio-junho-julho-agosto de 2009. Disponível em:
<http://www.ecoeco.org.br/backup/conteudo/publicacoes/boletim_ecoeco/Boletim_Ecoeco_n021.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.

LISTA de aquedutos de Roma. Wikipédia. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_aquedutos_de_Roma>. Acesso em: 21out. 2015.

MAPA MENTAL DA EUTROFIZAÇÃO DE AÇUDES. Disponível em:
<<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma15.htm>>. Acesso em 19/12/2015.

MARTINS, Sergio R. O significado da Tecnologia Social. Manual da Oficina I. TSGA. Disponível em: <www.tsg.agua.ufsc.br>. Acesso em: 30 out. 2015

MORAIS, Erasmo Carlos Amorim. *Memórias do cais*: Parnaíba, a cidade, o rio e a prostituição (1940-1960). 2012. Dissertação (Mestrado em História do Brasil).Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2012.

MUMFORD, Lewis. *A cidade na história, suas origens, transformações e perspectivas*. São Paulo: Martins Fontes, 1982.

NIETZSCHE, Friedrich. *Citações e Pensamentos de Friedrich Nietzsche*. 3. ed.São Paulo: Editora Casa das Letras, 2009. 172p.

OLIVEIRA, Lucia Helena de et al. Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo: Projeto Finep, n. 2386/04, 2007. Disponível em:
<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D2-1_agua.pdf> Acesso em: 08 out. 2015.

ONUBR. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Quase 750 milhões de pessoas ainda não têm acesso a água potável adequada, alerta UNICEF. 23/03/2015 Disponível em <<http://nacoesunidas.org/quase-750-milhoes-de-pessoas-ainda-nao-tem-acesso-a-agua-potavel-adequada-alerta-unicef/>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

PALMAR, Alexandre. Oeste terá biogásoduto para aproveitar dejetos. *Gazeta do Povo*. 31/01/2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/oeste-tera-biogasoduto-para-aproveitar-dejetos-efqxchcv8l3905bzw110v780e>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

PARNAÍBA. Portal da Prefeitura de Parnaíba. Disponível em:
<<http://www.parnaiba.pi.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2015.

PETROBRAS. PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. *Formulário de apresentação de projetos*. Brasília: 2015

_____. Site Oficial. Disponível em:
<<http://sites.petrobras.com.br/minisite/desenvolvimento-e-cidadania/gestao-de-projetos>>.
Acesso em 02 dez. 2015

PINTO-COELHO, Ricardo M.; HAVENS, Karl. *Crise nas Águas*. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas. Belo Horizonte: [s.n.], 2015.

PITERMAN, Ana; GRECO, Rosa Maria. A água seus caminhos e descaminhos entre os povos 2005. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/agua.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2015.

PROJETO Brasil das águas. Regiões hidrográficas do Parnaíba. Disponível em:
<<http://brasildasaguas.com.br/educacional/regioes-hidrograficas/regiao-hidrografica-do-parnaiba>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

RAMALHO, Cristiano. Páginas da resistência. *Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica*, n. 21, p. 9-13, maio-junho-julho-agosto de 2009. Disponível: <<http://www.ecoeco.org.br/backup/conteudo/publicacoes/boletim_ecoeco/Boletim_Ecoeco_n021.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

RAMPAZZO, Lino. *Metodologia científica: para alunos dos cursos de pós-graduação e pós-graduação*. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2005.

RESENDE, S. C.; HELLER, L. *O saneamento no Brasil: políticas e interfaces*. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, 2002. 310 p.

ROSEN, G. *Uma história da Saúde Pública*. São Paulo: Hucitec: Universidade Estadual Paulista; Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, 1994. 423p.

SICKMANN, Jack. Como fazer captação de água de chuva. 2011. Disponível em:
<http://sustentacomuni.blogspot.com.br/2011/06/como-fazer-captacao-de-agua-dechuva.html>.
Acesso em: 18 out. 2015.

SILVA RODRIGUES, E. *Os cursos da água na história: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos*. 1998. Tese (Doutorado) — Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 1998.

SOUZA, Lília Alves De. "Demanda Bioquímica de Oxigênio". *Brasil Escola*. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/quimica/demanda-bioquimica-oxigenio.htm>> Acesso em: 18 out. 2015.

TOMAZ, P. *Aproveitamento da Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis*. São Paulo: Editora Navegar, 2011. 208 p.

TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, 2003. 248p.

UNICEF. Quase 750 milhões de pessoas ainda não têm acesso a água potável adequada. Disponível em: <http://www.unicef.org/brazil/pt/media_29176.htm>. Acesso em: 10 dez. 2015.

USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY . Disponível em: <http://water.epa.gov/aboutow/ogwdw/emerg_spanish.cfm>. Acesso em: 26 nov. 2015.

USGS. Science for a changing world. O CICLO da água. Tradução de Jayme Nery. 09/12/2015. Disponível em: <<http://water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. O Que é revisão de literatura. Instituto de Psicologia -Biblioteca Dante Moreira Leite. Disponível em: <<http://www.ip.usp.br/portal/images/biblioteca/revisao.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2015.

_____. Portal de ecologia aquática. Disponível em: <http://www.ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=416>. Acesso em: 12 out. 2015.

WATANABE, Eduardo Miki. *Sistema de coleta e armazenamento de água em áreas rurais*. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2009/Trabalhos%20finais/TCC_002_2009.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.