

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O TRATAMENTO DE ÁGUA:
USO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA BASEADO
EM ULTRAVIOLETA EM CÂMPUS DO INSTITUTO
FEDERAL DO MARANHÃO E SUA RELAÇÃO COM A
CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS**

IVALDO JOSÉ DA SILVA

2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O TRATAMENTO DE ÁGUA:
USO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA BASEADO EM
ULTRAVIOLETA EM CÂMPUS DO INSTITUTO FEDERAL DO
MARANHÃO E SUA RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO DE
CONHECIMENTOS**

IVALDO JOSÉ DA SILVA

Sob a Orientação da Professora
Dra. Lana Claudia de Souza Fonseca

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

**Seropédica, RJ
Março de 2013**

333.7

S586e

T

Silva, Ivaldo José da, 1965-
Educação ambiental e o
tratamento de água: uso do sistema
de tratamento de água baseado em
ultravioleta em Câmpus do Instituto
Federal do Maranhão e sua relação
com a construção de conhecimentos /
Ivaldo José da Silva - 2013.
112 f. : il.

Orientador: Lana Claudia de
Souza Fonseca.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação
em Educação Agrícola.

Bibliografia: f. 84-87.

1. Meio ambiente - Estudo e
ensino - Teses. 2. Educação
ambiental - Pesquisa - Teses. 3.
Água - Uso - Teses. 4. Radiação
ultravioleta - Teses. I. Fonseca,
Lana Claudia de Souza, 1970-. II.
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Curso de Pós-Graduação
em Educação Agrícola. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

IVALDO JOSÉ DA SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

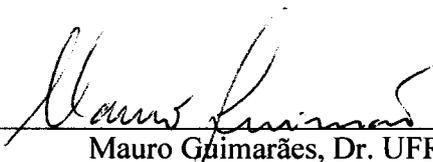
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/03/2013.



Lana Cláudia de Souza Fonseca, Dra. UFRRJ



Davina Camelo Chaves, Dra. IFMA



Mauro Guimarães, Dr. UFRRJ



Rafael dos Santos, Dr. UERJ

DEDICATÓRIA

Dedico esta vitória em forma de Dissertação ao Pai, Todo Poderoso, criador do céu, da terra e de todas as oportunidades surgidas em minha vida.

À minha família que soube perceber minhas necessidades em busca da construção de conhecimentos e me apoiou em todos os momentos.

Aos meus mestres e companheiros do PPGEA/UFRR, em especial a minha orientadora por sua paciência, perseverança e determinação, que me impulsionou e foi fator determinante para minha continuidade e conclusão da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Pai Todo Poderoso, que em sua grande bondade me permitiu mais uma vitória repleta de bênçãos e que as mesmas se estendam a tantos outros que por este caminho enveredarão.

A minha orientadora, Lana Claudia Souza Fonseca, por seu empenho, disponibilidade e apoio em todos os momentos. **A você a minha sincera e eterna gratidão.**

Aos meus queridos pais e familiares. Quero afirmar minha vontade de dividir com eles mais uma vitória que é fruto da convivência e ensinamentos ministrados por eles.

A minha tia Marinete que por seu exemplo de perseverança, garra e vontade de vencer utilizando-se dos benefícios propiciados pela educação sempre foi e será minha inspiração.

A minha esposa Ana Lúcia Oliveira Soares da Silva, seus pais e meus filhos, Paulo, Lidyane, Nickollas e Nickolle, que com seus incentivos, amor e carinho permitiram meu fortalecimento a cada dificuldade vivenciada nesta caminhada.

Aos discentes e docentes, componentes, da equipe de pesquisa e aos companheiros do Câmpus Zé Doca que me auxiliaram, incentivaram, substituíram-me na Direção Geral do Câmpus e permitiram meu sucesso.

Aos meus queridos professores e colaboradores do PPGEA/UFRRJ, por me permitirem fazer parte desta família transformadora de vida e realizadora de sonhos voltados para uma sociedade cada vez melhor.

Ao meu companheiro-irmão e co-orientador, Antonio José Dias Vieira pelo carinho, paciência e incentivo que permitiram sucesso em minha caminhada de construção deste trabalho.

Ao apoio da companheira Davina Chaves.

A todos os companheiros que formaram esta turma especial de gestores/servidores dos IFs e demais instituições, por serem capazes de estender aos lugares mais longínquos nossas falas de amizade, cumplicidade e carinho pautados em verdadeira e fraterna troca de experiências.

RESUMO

SILVA, I. J. **Educação ambiental e o tratamento de água: Uso do sistema de tratamento de água baseado em ultravioleta em Câmpus do Instituto Federal do Maranhão e sua relação com a construção de conhecimentos.** 2013. 113f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013.

A pesquisa em Educação Ambiental Crítica visa à construção reflexiva e crítica de conhecimentos, permitindo aos indivíduos maior contextualização das relações socioambientais e conseqüentes mudanças de atitudes voltadas para transformação coletiva da realidade. O município de Zé Doca, pólo regional do Alto Turi, localizado a leste do Estado do Maranhão, próximo a divisa com o Estado do Pará é responsável em articular ações educacionais, socioambientais, políticas e econômicas para o desenvolvimento de mais 17 outros municípios da região. Verificou-se que nestes municípios o saneamento ambiental e, principalmente, o tratamento de água, são realizados de forma insuficiente e precária, sinalizando a necessidade de ações orientadas por pesquisas sustentadas nos princípios de uma Educação Ambiental capaz de despertar na população maior problematização e intervenção na realidade local. Esta pesquisa objetivou instigar a construção de conhecimentos críticos aptos a permitirem maior percepção da realidade local associada à investigação da viabilidade técnica de inserção, junto à comunidade pesquisada, de tecnologia alternativa de tratamento de água baseado em radiação ultravioleta – Tubo UV. Para o desenvolvimento metodológico esta pesquisa social utilizou-se de procedimentos da pesquisa-ação em que dinâmicas de sensibilização, oficinas de confecção, adaptação e instalação do Tubo UV, reuniões e outras práticas educacionais abordaram a temática do tratamento de água, as questões sociais, ambientais e de saúde, entre outras correlacionadas de forma participativa, reflexiva e harmônica entre pesquisados e pesquisadores. Como área de pesquisa foi escolhida a comunidade do assentamento rural Boa Esperança - ABE, localizada em Zé Doca onde foram instalados e avaliados 05 (cinco) unidades do Tubo UV. Para coleta de dados foram realizadas 64 (sessenta e quatro) entrevistas e aplicados questionários antes das dinâmicas de sensibilização e ao final de todo o processo educativo, com objetivo de identificar melhoria na percepção da comunidade em relação à temática abordada e a realidade local, além de conseqüentes mudanças de atitudes. O tratamento dos dados coletados nos questionários apresentou variáveis que foram analisadas com o teste não paramétrico do Qui-Quadrado e outras, calculadas as médias de respostas com seus respectivos desvios padrões e seus valores mínimos e máximos. Os resultados indicaram condições favoráveis à adaptação e inserção da tecnologia do Tubo UV apresentando viabilidade econômica e operacional comparada a projetos idênticos instalados com sucesso em outros países, destacando-se a aceitação da proposta e a facilidade de acesso aos materiais necessários a confecção do Tubo UV. Quanto a análise das ações educativas relacionadas a discussão da temática abordada registraram-se significativas respostas de ampliações e modificação na forma crítica de perceber a realidade local apontando, inclusive, mudanças de postura que auxiliaram a busca de melhor qualidade de vida para comunidade. Conclui-se que a realização da ação concreta da inserção do uso do Tubo UV, em processo dialógico e crítico de construção de conhecimento pautado na relação intrínseca entre ação e reflexão associada à permissiva crítica dos saberes construídos por pesquisados e pesquisadores foi a receita para alcançar os objetivos da pesquisa.

Palavras-chave: Construção de Conhecimentos; Educação Ambiental Crítica; Tratamento de Água; Ultravioleta.

ABSTRACT

SILVA, I. J. **Education environment and water treatment: Use of water treatment system based on ultraviolet on Campus of the Instituto Federal do Maranhão and its relation with the construction of knowledge.**2013. 113p. Dissertation (master's degree in Agricultural Education). Institute of Agronomy, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013.

Research in Environmental Education Criticizes aims to construct and reflective critique of knowledge allowing individuals greater contextualisation-environmental relations and consequent changes, in attitudes towards collective transformation of reality. The municipality of Zé Doca, regional pole of Turi, located east of the State of Maranhão, in the Northeast region near the border with the State of Pará, is responsibility to articulate educational actions, political and economic, social and environmental development of over 17 other municipalities in the region. It was found that municipalities the environmental sanitation and water treatment is performed unsatisfactorily and precarious, signaling the need for sustained research-driven actions on the principles of education Wake up in the population capable environmental more questioning and intervention in the local reality. This research aimed to instigate critical knowledge construction to allow greater local perception of reality, associated with insertion technique feasibility research, Community research, alternative technology of water treatment based on ultraviolet radiation-UV Tube. The Methodological development used by this social research was action research procedures where awareness, dynamic cooking workshops, adaptation and installation of UV Tube, meetings and other educational practices addressed the theme of water treatment, social issues, environment and health, among other correlated in a participative manner, reflective and harmonic among respondents and researchers. The search area was chosen as the community of rural settlement good hope, located in Zé Doca, where were installed and evaluated 05 (five) UV Tube units. Data collection took place 64 (sixty-four) interviews and questionnaires applied before the dynamics of awareness and at the end of the whole educational process in order to identify improvement in the perception of the community in relation to the subject dealt with and the local reality, and consequential changes in attitudes. The treatment of data collected in the questionnaires presented variables that were tested with the non-parametric test of Chi-square and other calculated averages of answers with their respective standard deviations and their minimum and maximum values. The results indicated favourable conditions for the adaptation and insertion of the UV tube technology showing economic viability and operational compared to similar projects successfully installed in other countries, especially the acceptance of the proposal and the ease of access to the materials needed to manufacture of UV Tube. As the analysis of educational activities related to the thematic discussion addressed significant responses were expansions and modifications in order to understand the local reality criticizes pointing, including changes to posture that assisted the search for better quality of life for the community. It is concluded that the implementation of concrete action of insertion of the UV Tube use, Dialogic and critical process of construction of knowledge based on the intrinsic relationship between action and reflection associated with the permissive criticizes of knowledge built by researched and researchers was the recipe to achieve the objectives of the survey.

Key words: Knowledge Construction; Environmental Education; Water Treatment; Ultraviolet.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1	Conhecimento, Educação Ambiental, Pesquisa e o Tratamento Alternativo de Água.	5
2.1.1	Educação e a dimensão ambiental	5
2.1.2	Educação ambiental crítica.....	6
2.1.3	A pesquisa social e educação ambiental crítica.....	10
2.2	A Importância do Consumo de Água Potável	12
2.2.1	Uso de água não potável e qualidade de vida.....	12
2.2.2	Tratamento convencional de água	14
2.2.3	Tratamento alternativo de água	16
3	METODOLOGIA.....	24
3.1.1	Primeira etapa – Identificação, sensibilização e treinamento da equipe de pesquisa	26
3.1.2	Segunda etapa – Identificação e caracterização da comunidade pesquisada....	31
3.1.3	Terceira etapa – Sensibilização e fomentação da temática do uso da “água potável x saúde humana” e identificação dos demais grupos interessados na pesquisa... 36	
3.1.3.1	Seminário com lideranças do assentamento rural Boa Esperança para sensibilização e discussão sobre o tratamento de água e doenças de veiculação hídrica e realização da 2ª oficina de construção e adaptação dos Tubos UVs, utilizando-se de materiais regionais, em setembro de 2011.....	37
3.1.3.2	Demonstração da operacionalização de tratamento convencional de água – viagem para visita, em dezembro de 2011, a Estação de Tratamento de Água - ETA do Sistema Italuís da CAEMA– Participação da equipe de pesquisadores, líderes comunitários e multiplicadores da ABE.....	39
3.1.3.3	Reunião de sensibilização e reflexão quanto à necessidade do uso de água tratada e apresentação do Tubo UV aos agentes de saúde do município de Zé Doca - Participação dos multiplicadores do ABE, em Janeiro de 2012.....	42
3.1.3.4	Reunião de sensibilização, em fevereiro de 2012, quanto à necessidade do uso de água tratada e apresentação do Tubo UV aos agentes do programa de saúde da família - PSF do município de Zé Doca – participação dos multiplicadores do ABE .	45

3.1.3.5	Elaboração, em março de 2012, de recurso didático para demonstração prática do efeito da radiação UV em protozoários produzidos no laboratório do Câmpus Zé Doca	47
3.1.3.6	Realização, em março de 2012, da 3ª oficina de construção do Tubo UV e reunião de sensibilização e reflexão quanto à necessidade do uso de água tratada - Alunos de Licenciatura em Química – Plano de Formação de Docentes/PARFOR do Câmpus Zé Doca/IFMA e multiplicadores do ABE.....	51
3.1.3.7	Reunião, em abril de 2012, de sensibilização quanto à necessidade do uso de água tratada e apresentação do Tubo UV a crianças da Casa Familiar Rural município de Zé Doca – Participação dos multiplicadores do ABE e agricultores locais.....	53
3.1.3.8	Oficina de instalação dos Tubos UV realizada, em maio de 2012, no assentamento rural Boa Esperança	55
3.1.3.9	Reunião de avaliação final e apresentação, em setembro de 2012, dos resultados e materiais produzidos, para comunidade do assentamento rural Boa Esperança e demais grupos interessados na pesquisa.....	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1	Dos Indicadores Sociais e Ambientais da Comunidade Pesquisada e sua Relação com a Necessidade de Acesso a Água Potável.....	63
4.2	Dos Custos Operacionais e Financeiros da Adaptação da Técnica do Tubo UV para Uso da Comunidade Pesquisada.....	66
4.3	Das Ações Educativas e suas Possíveis Modificações na Percepção da Realidade Local, Mudanças de Atitudes e Construção de Conhecimento	70
4.3.1	Da modificação na percepção da qualidade da água consumida na comunidade	71
4.3.2	Da modificação na percepção das condições de oferta de água na comunidade..	74
4.3.3	Da modificação na percepção das condições de uso da água consumida na comunidade.....	77
5	CONCLUSÕES.....	83
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
7	ANEXOS	89
	Anexo I - Modelo do questionário/entrevista aplicada aos moradores do assentamento rural Boa Esperança - ABE – Zé Doca (MA).....	90

Anexo II – Modelo para anotações complementares da entrevista aplicada aos moradores do assentamento rural Boa Esperança – ABE – Zé Doca (MA).....	94
Anexo III – Modelo do Termo de consentimento livre e esclarecido	95
Anexo IV – Manual de montagem e instalação do Tubo UV	96
Anexo V – Vídeo demonstrativo do poder germicida do Tubo UV	113

1 INTRODUÇÃO

Oriundo de comunidade constituída de agricultores rurais, com formação na área de licenciatura em ciências agrárias, pós-graduação Lato Sensu em educação ambiental e em gestão e administração pública, durante décadas, presencio o cotidiano de famílias que no meio rural, muitas vezes desprovidas de acesso a serviços públicos de qualidade, buscam suas melhores condições sociais e econômicas através da interferência e introdução, neste meio, de novas e adaptadas técnicas e tecnologias, sejam direcionadas a ampliação da produção agrícola, sejam, para melhoria da qualidade de vida dessas famílias.

Ainda na conclusão do curso de graduação abordei a problemática ambiental, social e econômica do uso inadequado de nossos recursos hídricos, continuando esta produção acadêmica com a apresentação de artigos e projetos trabalhados nesta temática.

Em fevereiro de 2007, após aprovação em concurso público para docentes, participei efetivamente das discussões, implantação e estruturação do Câmpus Zé Doca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, conforme projeto de expansão da educação profissional e tecnológica do governo federal.

Após consulta junto à comunidade recebi a indicação para assumir a direção geral do Câmpus Zé Doca aceitando o desafio de executar o planejamento estratégico de afirmação da instituição na região como mais um agente de desenvolvimento e transformador da sociedade regional.

Ao longo do planejamento e discussões das concepções que iriam nortear as ações a serem desenvolvidas no Câmpus, uma das diretrizes adotadas foi a de não permitir a estruturação de um Projeto Pedagógico Institucional – PPI, que possibilitasse a instituição tornar-se uma ilha de produção do conhecimento acomodada, sem interferir nas condições socioambientais em que vivem as comunidades da região.

Durante a coordenação do levantamento diagnóstico do potencial e das demandas da região, onde esta implantado o Câmpus Zé Doca, facilmente percebi a visível deficiência dos serviços de saneamento básico e infraestrutura ofertados no município de Zé Doca, destacando-se o deficitário tratamento de água ofertado na área urbana, a ausência total destes serviços na área rural e a relação da comunidade para com esta situação preocupante que atinge o município e toda a região do Alto Turi.

O município de Zé Doca, Pólo regional de desenvolvimento do Alto Turi, localiza-se a leste do Estado do Maranhão próximo a divisa com o Estado do Pará e é responsável pelo desenvolvimento de mais 17 outros municípios da região. Abriga o município uma população de 46.265 habitantes, segundo dados do IBGE (2009).

Na cidade o tratamento de água, esgoto e saneamento é realizado precariamente pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, uma sociedade por ações, em regime de economia mista, com capital autorizado, constituída em conformidade com o disposto na Lei Estadual nº 2.653, de 06 de junho de 1966 e ainda a Lei nº 3.886, de 03 de outubro de 1967, com um número reduzido e inconveniente de servidores lotados na sede (CHAVES et al, 2010).

Pereira (2010), afirma que a “CAEMA no município atende apenas 37% da população residente no perímetro urbano e destes apenas 3,11% recebem tratamento de água clorada, além de não haver rede coletora de esgotos que a céu aberto percorrem”. Agravando-se a situação quando percebemos que esta se repete em outros 17 municípios que compõem a regional de Zé Doca.

Diante de uma visão social, ambiental e geograficamente maior entendemos perfeitamente não ser a problemática do uso e acesso à água potável uma exclusividade da

região do Alto Turi, muito menos apenas do estado do Maranhão e que o desafio de garantir água em quantidade e qualidade satisfatória para todas as regiões do mundo será uma das tarefas mais prementes.

Nos últimos anos, os problemas de saneamento tem se agravado devido à população total do país ter quadruplicado nos últimos 60 anos, a população rural permanecido praticamente igual e devido, também, aos problemas de distribuição de riqueza no país, o que resultou em graves carências de infraestrutura urbana. Os projetos urbanos se tornaram obsoletos e os meios técnicos, de recursos humanos e financeiros dos municípios insuficientes (NASCIMENTO; HELLER, 2007).

A situação descrita no parágrafo acima é percebida nas cidades no interior do Maranhão onde estão presentes os Câmpus do IFMA de Alcântara, Açailândia, Bacabal, Barra do Corda, Barreirinhas, Buriticupu, Caxias, Codó, Imperatriz, Maracanã, Pinheiro, Santa Inês, São João dos Patos, São Raimundo das Mangabeiras, Timon e **Zé Doca**, entre outros.

As comunidades internas e externas dessas instituições de ensino, em sua maioria agrícola, não possuem a sua disposição tratamento de água ou esgoto, sendo que as residências têm como forma de abastecimento de água os poços tubulares e os chamados cacimbões, construídos muitas vezes de maneira inadequada, o que aumenta os riscos de contaminação da água.

Por sua vez, o lixo das cidades é destinado, na maioria das vezes, a uma área desprovida de qualquer infraestrutura denominada lixão e localizada a poucos quilômetros das áreas residenciais. Destaca-se o efetivo de poucos agentes de saúde locados nestas cidades consideradas como pólos de uma região que, também, possuem uma população agrícola que vive em condições econômicas e sociais precárias, principalmente em relação ao saneamento ambiental.

Vale ressaltar ainda o baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) destas cidades que é de apenas 0,59 segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano/PNUD (2000). Valor este que é inferior ao do Brasil (0,80) e que se aproxima dos Índices de Desenvolvimento Humano aferidos para países como Laos (0,60), Camboja (0,59) e Myanmar (0,58).

Em trabalho de nossa autoria denominado “O uso de sistemas individuais de tratamento de esgotos e proximidade a lixões no município de Zé Doca” apresentado no CONNEPI em 2010, retratam-se dados relativos à iminente situação de risco social e ambiental no município de Zé Doca.

No trabalho citado acima demonstra-se a necessidade de, enquanto instituição, cidadão e pesquisador, investigar, planejar e executar ações que projetem a nossa contribuição a sociedade zedoquense em relação à temática do saneamento e água tratada.

Este trabalho de pesquisa-ação pensado para estruturação de nossa contribuição em busca de melhoria da realidade local, anteriormente descrita, visou fomentar junto à comunidade residente ao entorno do Câmpus Zé Doca a necessidade do despertar para as discussões e ações que envolvem a temática ambiental do tratamento de água.

Não se espera com esta pesquisa apontar a solução definitiva para a problemática do consumo de água não potável, mas sim, gerar na comunidade inquietações e ofertar maior base para futuras tomadas de decisões que permitam a melhoria de qualidade de vida fundamentada em conhecimentos construídos com a aplicação de práticas educativas críticas, reflexivas e transformadoras.

Como objetivo se propôs inicialmente a investigação da inserção, junto à comunidade, da adaptação de tecnologia alternativa de tratamento de água baseado em radiação ultravioleta. Paralelamente desenvolve-se o objetivo maior deste trabalho que foi a continua e efetiva construção de conhecimentos pautados nos princípios norteadores de uma educação ambiental crítica que permitiu ao final a sensibilização, mudança de postura e maior percepção da relação água – saúde – qualidade de vida a todos os participantes da pesquisa.

Trabalhados ordenadamente os objetivos acima descritos foram:

A) Objetivo Geral:

i. Analisar a introdução de técnica alternativa de tratamento de água junto à comunidade interna e externa do Câmpus Zé Doca, permitindo e fomentando a todos os participantes uma análise crítica e reflexiva da realidade sócio-econômico-ambiental que interage e envolve a temática do uso da água potável x saúde humana.

B) Objetivos Específicos:

i. Desenvolver coletivamente ação educativa (palestras, oficinas, seminários etc.) pautada na Educação Ambiental Crítica, envolvendo profissionais de diversas áreas de conhecimento, discentes e diversos segmentos comunitários, objetivando-se a construção de conhecimento sobre a necessidade do consumo de água potável;

ii. Adaptar e disseminar técnica de tratamento de água por radiação ultravioleta – Tubo UV, considerando-se a utilização de materiais e aspectos regionais visando eficiência, baixo custo, fácil aplicabilidade e manutenção e, conseqüente, acessibilidade a comunidades;

iii. Incentivar a produção, uso e comercialização de protótipo adaptado do Tubo UV para tratamento de água não potável nas comunidades circunvizinhas ao Câmpus Zé Doca.

Para o desenvolvimento metodológico, as práticas educacionais interagidas com a inserção de tecnologia alternativa de tratamento de água e as questões sociais, ambientais e de saúde, entre outras correlacionadas, foram sequencialmente trabalhadas junto à comunidade.

Associaram-se momentos de diagnósticos, sensibilizações e interações. Momentos analíticos e demonstrativos dos resultados técnicos do tratamento de água baseado em radiação ultravioleta, bem como proposição e aplicação de ações educacionais harmoniosas, interativas e participantes.

A metodologia aplicada, amparada na pesquisa-ação, visou à constante interação entre pesquisando e pesquisador acompanhando-se a evolução da construção conjunta do conhecimento. Sempre relacionando-o a temática proposta e fundamentando-se na incentivada colaboração da comunidade, com análise e reflexão das tomadas de decisão que se deram no próprio ambiente vivenciado pela comunidade.

Durante o momento de coleta de dados procurou-se a aproximação, incentivo a participação e captação das expressões objetivas e subjetivas dos entrevistados. Considerando-se uma perspectiva de obter resultados, analisados de forma qualitativa e quantitativa, que permitissem indicar os reais efeitos das ações técnicas propostas e as dinâmicas pedagógicas desenvolvidas durante a pesquisa.

Evidencia-se na discussão dos resultados que, depois de desenvolvidas as ações planejadas, surgiram novos entendimentos e novos posicionamentos ao entorno da realidade local e do tema abordado. Isto proporcionou maior reflexão e construção de conhecimentos capazes de incentivarem uma revisão da percepção de diversas variantes, que envolvem a condição do uso de água tratada e suas implicações sócio-econômica-ambiental.

Adiante é organizada a disponibilidade de material que subsidiará o tema da pesquisa em uma revisão da literatura apresentada em forma de seção e subseções abordando as seguintes discussões: **Conhecimento, Educação Ambiental, pesquisa e o tratamento alternativo de água; Educação e a dimensão ambiental; Educação Ambiental Crítica e A pesquisa social e Educação Ambiental Crítica.** Esta primeira abordagem trata da fundamentação do principal objetivo da pesquisa: a fomentação a todos os participantes de uma análise crítica e reflexiva da realidade sócio-econômico-ambiental que interage e envolve a temática da qualidade da água e a saúde humana. Indica-se na leitura exposta o caminho de

alcançar os objetivos buscados, guiando-se pelos conceitos que regem a educação ambiental crítica utilizando-se de metodologia da pesquisa-ação.

Na segunda seção, com objetivo principal de desenvolver uma ação concreta que se associe a construção de uma nova forma de olhar a realidade em que se encontra a comunidade pesquisada, fundamenta-se a oferta de proposta de adaptação de um tratamento alternativo de água sensibilizando o leitor da necessidade de uso de água potável e suas implicações. A distribuição dessa discussão é realizada em temas, a saber: **A importância do consumo de água potável; Uso de água não potável e qualidade de vida; Tratamento convencional de água e Tratamento alternativo de água.**

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conhecimento, Educação Ambiental, Pesquisa e o Tratamento Alternativo de Água

A partir desta seção evidenciam-se os caminhos julgados necessários para construção dos conhecimentos, capazes de sensibilizarem os envolvidos ao entorno de reflexões da situação socioambiental em que vivem, com o intuito de permitir e respaldar atitudes concretas e transformadoras, comprometidas com a melhoria da qualidade ambiental e social da comunidade.

Adiante, as bases científicas dialogam no sentido de indicarem que unicamente, identificar um determinado problema socioambiental de uma comunidade e apresentar uma alternativa de solução técnica (neste caso de tratamento de água) não satisfaz os objetivos desta pesquisa. Munir os participantes de habilidades e conhecimentos específicos não instigando em cada um a capacidade de análise crítica das relações intrínsecas na compreensão da realidade que ladeia a problemática é reproduzir o resultado de uma mitificação técnica e restritamente conteudista fugindo aos objetivos aqui buscados.

Durante o diálogo das tendências pedagógicas se consolida a fundamentação teórica de um trabalho que almeja para os participantes a compreensão complexa da realidade e suas condicionantes de possibilidades de transformação desta realidade apoiada no desenvolvimento conjunto e harmônico do despertar crítico e reflexivo.

O mesmo diálogo indica que para tanto se faz necessário a recusa do tradicionalismo teórico e passivo da Educação Ambiental Conservadora orientada na perspectiva da Educação Liberal. Ainda indica que a construção de conhecimento amparado na perspectiva da Educação Progressista encontrada nas concepções e diretrizes da Educação Ambiental Crítica foi o caminho mais similar apontado para os ideais buscados nos objetivos da pesquisa.

Compõem esta seção, de forma ordenada, as seções secundárias seguintes: **2.1.1. Educação e a dimensão ambiental, 2.1.2. Educação Ambiental Crítica, 2.1.3. A pesquisa social e Educação Ambiental Crítica.** Ao final espera-se que se evidencie a definição da posição filosófica e das tendências pedagógicas que respaldam este trabalho em sua proposta metodológica convergente e amparadas na pesquisa-ação.

2.1.1 Educação e a dimensão ambiental

Em uma perspectiva mais ampla podemos afirmar que educação é um processo formal ou informal em que na trama da vivência de suas relações sociais, ambientais, econômicas, entre outras, o indivíduo coletivamente desenvolve-se.

Paulo Freire (1983) retrata sabiamente a condição deste processo formal/informal da educação que molda a relação ensino-aprendizado, fazendo-a necessariamente se completar com a interação educando/educador-ambiente/sociedade, quando se utiliza de sua memorável frase: "Já agora ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo".

Neste processo educacional devemos considerar o homem em seu plano físico e intelectual capaz de compreender, refletir, criticar e dialogar sobre a realidade em que está inserido e suas possibilidades de interferências junto ao meio ambiente.

Segundo Guimarães (1995), o que se chama de meio ambiente ou natureza é um conjunto de elementos vivos e não-vivos que constituem o planeta Terra. Todos esses elementos relacionam-se influenciando e sofrendo influência entre si, em um equilíbrio

dinâmico. Neste conjunto de elementos vivos encontra-se o homem em suas relações para com todo o meio, tornando-se, assim, ser social no convívio com outros e para fazê-lo essencialmente comunica-se, pensa; e ao pensar manifesta o resultado da construção de um conhecimento. Sendo a construção do conhecimento fruto do conjunto de informações organizadas, que podem ser específicas e, assim sendo, podem traduzir uma educação “específica”.

Reforça-se esta afirmação quando Luckesi diz:

A educação é um típico “que-fazer” humano, ou seja, um tipo de atividade que se caracteriza fundamentalmente por uma preocupação, por uma finalidade a ser atingida. A educação dentro de uma sociedade não se manifesta como um fim em si mesma, mas sim como um instrumento de manutenção ou transformação social (LUCKESI, 1994)

A preocupação da construção de conhecimentos específicos ao entorno da dimensão ambiental a qual chamamos de Educação Ambiental é reforçado por Guimarães:

Portanto, pensar o meio ambiente passa necessariamente por pensarmos sob o prisma educacional, visto que a transformação passa pelo processo formativo da aquisição de informação, ou seja, pelos caminhos pelos quais construímos conhecimentos (GUIMARÃES, 2004).

Diante de um olhar voltado para tantos desafios e graves problemas socioambientais, historicamente a Educação Ambiental - EA tem que assumir uma dimensão complexa no campo educacional.

A EA apresenta-se como uma dimensão do processo educativo voltada para a participação de seus atores, educandos e educadores, na construção de um novo paradigma que contemple as aspirações populares de melhor qualidade de vida sócio-econômica e um mundo ambientalmente sadio. Aspectos estes que são intrinsecamente complementares; integrando assim Educação Ambiental e educação popular como consequência da busca da interação em equilíbrio dos aspectos sócio-econômicos com o meio ambiente (GUIMARÃES, 2004).

2.1.2 Educação ambiental crítica

Atualmente no exercício da prática educacional cotidiana ainda são muitos os desafios para fazer EA em sua amplitude. Apesar de muitos discutirem, pesquisarem, produzirem em um processo de elevadas discussões, a prática da EA ainda não se encontra plenamente inserida e evidenciada em nossas ações educativas, seja de forma fragmentada, ou dialogada com outras áreas do conhecimento valendo-se da interdisciplinaridade e da transversalidade.

Não será objeto, desta seção, abordar todas as concepções pedagógicas da Educação Ambiental, muito menos esgotar um tema em plena construção e discussão, porém nos cabe, respeitando a finalidade da educação e baseando-se nas tendências filosóficas, buscar concepção que harmonicamente possibilite maior compreensão e orientação da prática da Educação Ambiental adotada neste trabalho.

Entendemos que são diversas e fortes as influências que interferem na compreensão da definição do papel da educação ambiental na sociedade, porém o referencial trabalhado, até aqui, mostra uma maior aproximação e identificação com as tendências filosóficas progressistas e suas bases solidificadas na perspectiva da crítica e reflexão no processo de construção do conhecimento.

A perspectiva da Educação Ambiental denominada de Conservacionista ou

Conservadora tem suas concepções pautadas na tendência da Educação Liberal, enquanto a Educação Ambiental Crítica encontra na Educação Progressista maior convergência e identidade.

Layragues (2004) aponta para uma diversidade de práticas e nomenclaturas representativas da Educação Ambiental [...] abaixo exemplificadas:

Educação Ambiental Conservadora (Conservacionista) – **Perspectiva Liberal;**

Educação Ambiental Crítica, Transformadora ou Emancipatória e Educação no Processo de Gestão Ambiental, Alfabetização ecológica e a Ecopedagogia – **Perspectiva Progressista.**

Referindo-se a Educação Ambiental Conservadora Guimarães (2000) afirma:

Essa Educação tradicional (Liberal) é eminentemente teórica, pelo papel do educador como transmissor de conhecimentos, e é passiva, por ser o educando apenas o receptor desse conhecimento. Reforça valores individualistas quando acredita que o indivíduo autônomo é que forma a sociedade, quando não valoriza as relações sociais entre esses indivíduos. É presa ao conteúdo dos livros sem contextualizar em uma realidade socioambiental, podendo, portanto, ficar restrita a uma sala de aula, não estimulando a interação desses indivíduos em um processo de intervenção na realidade social. É reprodutora dos paradigmas da sociedade moderna por não ter uma percepção crítica sobre eles e, conseqüentemente, não saber fazer diferente (GUIMARÃES, 2000).

Em uma comparação da Educação Ambiental Conservadora e os princípios da Educação Bancária convergentes, Paulo Freire em seus escritos “Pedagogia do Oprimido” tece críticas abaixo descritas:

O seu “humanitarismo” e não humanismo está em preservar a situação em que são beneficiários e que possibilitam a manutenção da sua falta de generosidade [...]. Por isto mesmo é que regem, até instintivamente, contra qualquer tentativa de uma educação estimulante do pensar autêntico que não se deixe emaranhar pelas visões parciais da realidade (FREIRE, 1983)

No que se refere à Educação Ambiental Crítica de acordo com Carvalho (2004), a mesma tem suas raízes nos ideais democráticos e emancipatórios do pensamento crítico aplicado à educação.

No Brasil, estes ideais do pensamento crítico foram constitutivos da educação popular que rompe com uma visão de educação tecnicista, difusora e repassadora de conhecimentos, convocando a educação a assumir a mediação na construção social de conhecimentos implicados na vida do sujeito.

Carvalho (2004) ainda afirma:

[...] um tipo de subjetividade orientada por sensibilidades solidárias com o meio social e ambiental, modelo para a formação de indivíduos e grupos sociais capazes de identificar, problematizar e agir em relação às questões socioambientais, tendo como horizonte uma ética preocupada com a justiça ambiental. (CARVALHO, 2004, p.18).

Em defesa da mesma Educação Ambiental Crítica Guimarães (2004) escreve;

A proposta que nos movimenta é de uma Educação crítica, que compreende a sociedade como um sistema, em que cada uma de suas partes (indivíduos)

influencia o todo (sociedade), mas ao mesmo tempo a sociedade, os padrões sociais, influencia os indivíduos. Portanto, para haver mudanças significativas não bastam apenas mudanças individuais (partes), mas se necessita também de mudanças recíprocas na sociedade (todo) (GUIMARÃES, 2004).

E insiste afirmando que;

Nessa relação (dialética) entre indivíduo e sociedade é que se constrói o processo de uma Educação política, que forma indivíduos como atores (sujeitos) sociais, aptos a atuarem coletivamente no processo de transformações sociais em busca de uma nova sociedade ambientalmente sustentável. Nesse processo eles também se transformam, educam-se, conscientizam-se (GUIMARÃES, 2004).

Posteriormente segue numa comparação e entendimento das ações da EA Crítica com as concepções de Paulo Freire em relação à Educação Popular e diz:

[...] a Educação Ambiental Crítica se propõe a desvelar a realidade, para, inserindo o processo educativo nela, contribuir na transformação da sociedade atual, assumindo de forma inalienável a sua dimensão política. Portanto, na educação formal, certamente esse processo educativo não se basta dentro dos muros de uma escola, o que explicita a interface entre esta Educação Ambiental e a Educação Popular. (GUIMARÃES, 1995)

Fechando esta seção, mas não encerrando a discussão sobre EA e ao exemplo da exposição das duas concepções pedagógicas oriundas de tendências filosóficas não muito convergentes (Libertadora x Tecnicista) expostas, nos capítulos anteriores, para contraponto uma da outra, apresentaremos no Quadro 01, com o mesmo objetivo, as tendências da Educação Ambiental Conservadora e Educação Ambiental Crítica.

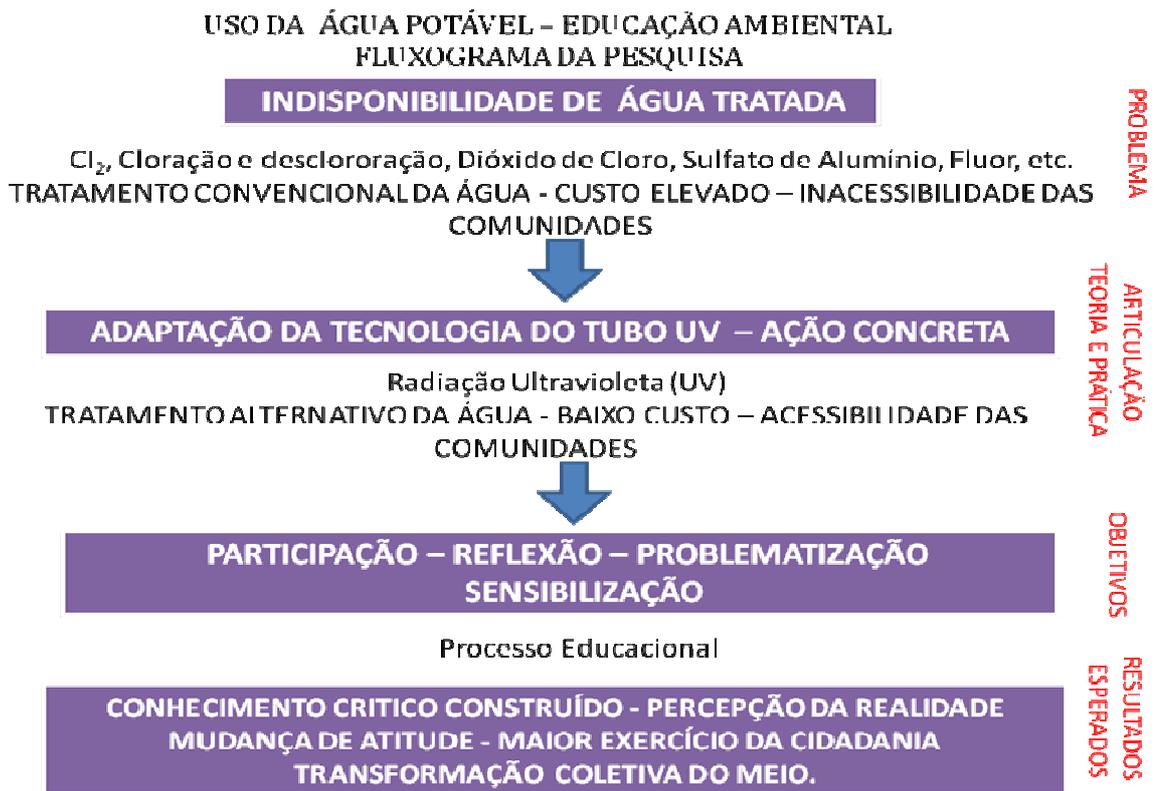
Quadro 01 – Comparativo das tendências da Educação Ambiental Crítica e da Educação Ambiental Conservadora.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA
<ul style="list-style-type: none"> • Trabalha com a mudança de valores, hábitos e atitudes de forma crítica e na perspectiva de articulação entre cidadania, ética e meio ambiente. • Insere o ambiente humano em suas considerações, sobretudo o urbano. • Promove a articulação entre o natural e o social. • Transcende a perspectiva da abordagem de conteúdos meramente biologizantes das ciências naturais. • Engloba aspectos sócio-econômicos, políticos e culturais das ciências sociais e humanas. • Afirma que a transformação da sociedade é causa e efeito da transformação do indivíduo. • Demonstra que educando e educador são agentes de transformações socioambientais (sujeitos ecológicos /cidadania ativa). • Prioriza no ensino o questionamento de problemas socioambientais. • Pratica a educação política - Compreensão e atuação junto às relações de poder que

permeiam à sociedade devem ser priorizadas.
<ul style="list-style-type: none"> • Possui visão biocêntrica / ecocêntrica. • Busca a criticidade no tratamento das questões socioambientais.
EDUCAÇÃO AMBIENTAL CONSERVADORA
<ul style="list-style-type: none"> • Possui foco no ambiente não humano. • Aborda basicamente as ciências naturais como conteúdo. • Suas relações sociais são secundarizadas. • Prioriza mostrar ao educando os impactos provenientes da atividade humana sobre a natureza. • Afirma que a tecnologia pode enfrentar o problema. • Afirma que o problema ambiental é visto como fruto do desconhecimento dos princípios ecológicos e maus comportamentos dos indivíduos (criação de bons comportamentos). • Insiste na resolução dos problemas ambientais via soluções tecnológicas. • Afirma que não há alteração da racionalidade econômica (ideologia liberal). • Indica que a transformação da sociedade é baseada na transformação do indivíduo.

Fonte: Adaptação de Guimarães (1995)

Julgando a discussão até o momento facilitadora de ordenamento das ações educativas a serem desenvolvidas e analisadas nos próximos capítulos, retratamos, na Figura 01 abaixo, uma síntese das ações do processo pedagógico da Educação Ambiental Crítica e a temática ambiental que trata esta pesquisa social.



Fluxograma 01 – Fluxo proposto para as etapas ordenadoras do processo educativo de construção do conhecimento crítico conduzidas por ações reflexivas, participativas e problematizadoras objetivando auxiliarem os envolvidos nas necessárias mudanças de percepção da realidade amparadas nos objetivos da Educação Ambiental Crítica

Fonte: Construção Própria

A Fluxograma 01 demonstra a proposta de articulação das ações teóricas e práticas trabalhadas nesta pesquisa e evidencia claramente os objetivos de fomentação da participação, reflexão, problematização e sensibilização dos atores aqui envolvidos na temática do tratamento de água. Para tanto, se fez necessário, nos capítulos anteriores, demonstrar a fundamentação que norteia a metodologia da prática das ações adiante desenvolvidas pautadas nas concepções que amparam a EA crítica e que baliza esta pesquisa de caráter social.

2.1.3 A pesquisa social e educação ambiental crítica

Entendendo Gil (2010) e outros autores, podemos afirmar que pesquisa social é o processo formal, racional e sistemático de desenvolvimento do método científico com objetivo de complementar ou organizar informações. Portanto, articular conhecimentos anteriores ou construir novos conhecimentos que proporcionem respostas aos problemas propostos no campo da realidade social.

Sendo esta realidade considerada nos diversos aspectos que envolvem o homem e seus relacionamentos sociais a pesquisa social é, amplamente, empregada nas investigações da área educacional, ambiental, política, econômica, entre outras.

Entre as pesquisas sociais destacamos a pesquisa-ação integrante das denominadas

pesquisas alternativas e participativas. Estas possuem perspectivas de superação da tradicional pesquisa científica e vem se consolidando como estratégia metodológica e intervencionista aplicada as investigações em educação ambiental. Isto exige de seus participantes exercícios do poder de crítica, reflexão, intervenção, participação e avaliação.

Ainda nas primeiras falas relacionadas à opção metodológica deste trabalho, que adiante continuam justificando e caracterizando os procedimentos e técnicas utilizadas, observamos a sintonia para com os objetivos gerais da pesquisa que buscam, junto a comunidade pesquisada, entre outras ações:

- A inserção e adaptação de técnica alternativa de tratamento de água (ação concreta, prática, técnica, ambiental e educacional);
- A investigação participativa da análise crítica e reflexiva da realidade social vivenciada na perspectiva de construção de conhecimentos que possibilitem a mudança de valores, hábitos e atitudes (ação educacional preceituada pela Educação Ambiental Crítica e intrinsecamente trabalhada junto a ação concreta).

Assim, lembrados os principais objetivos do trabalho, julgamos expor mais facilmente e de forma mais perceptível a similaridade destes para com os que norteiam as teorias das estratégias metodológicas adotadas que, por convergirem-se, permitiram uma melhor operacionalização da pesquisa com maior clareza dos resultados obtidos.

Voltando-se a tratar de pesquisa-ação frisa-se que existem divergências, entre diversos autores, em relação ao seu surgimento, porém, a grande maioria aponta seu início consolidado nos Estados Unidos da América, durante a segunda guerra mundial, há cinquenta anos, em função da exigência de mudanças de comportamento da população norte americana que se encontrava inserida no conflito.

Segundo Gil (2010) o termo pesquisa-ação foi denominado em 1946 por Kurt Lewin, ao desenvolver trabalhos que tinham como propósito a integração de minorias étnicas á sociedade norte-americana.

Reforça-se o objetivo de integração, participação e coletividade quando Barbier (2002) externa que a pesquisa-ação é eminentemente pedagógica e política. Ela serve à educação do homem-cidadão preocupado em organizar a existência coletiva e o desenvolvimento do potencial humano.

Alguns autores definem a pesquisa-ação como:

Demo (1989) – uma modalidade alternativa de pesquisa qualitativa com a tarefa de pesquisar e de participar, de investigar e educar articulando teoria e prática, afirmando que participação é conquista.

Thiollent (2008) – um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema, no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Assim, entendemos que a pesquisa-ação se caracteriza pela necessidade do desenvolvimento coletivo de uma ação que pode ser educacional, técnica ou social visando alcançar algum resultado prático que, possivelmente, contribua para resolução de um problema coletivo. Porém, na resolução do problema a mais importante ação deve ser a associação obrigatória da discussão, crítica, reflexão e democratização do conhecimento construído ao entorno das causas e efeitos do problema em pleno processo de interação da comunidade pesquisada e pesquisadores.

Entre outros autores, Deslandes e Gomes (2004) nos dizem que "durante a reflexão gerada pela pesquisa, os sujeitos envolvidos irão desenvolvendo uma consciência crítica sobre o seu cotidiano, ampliando horizontes, de transformação e de intervenção". É a pesquisa-ação

um processo de emancipação que igualmente, em sua proposta metodológica, objetiva esta pesquisa norteada pela educação ambiental crítica.

Por fim, compreendemos que nos parágrafos acima se encontra evidenciada a fundamentação que indica o caminho para o desenvolvimento de uma ação educacional direcionada a solução de um problema socioambiental.

Entendemos nas falas dos diversos autores que os princípios que regem a Educação Ambiental Crítica nos indicam convergência com os objetivos e balizam as ações que ao longo dos capítulos irão se sucederem.

Adiante uma exposição das condições de tratamento de água. Sua alternativa e consequências são fundamentadas em uma perspectiva de construção de conhecimento, a princípio meramente teórico, mas, já munido de momentos que possibilitam críticas e reflexões ao entorno da temática, e que servirão para amparar a proposta de fusão da ação teórica x prática desenvolvida nesta pesquisa.

2.2 A Importância do Consumo de Água Potável

Esta seção secundária é composta das seções terciárias seguintes: **2.2.1. Uso de água não potável e qualidade de vida, 2.2.2. Tratamento convencional de água, 2.2.3. Tratamento alternativo de água.** Aqui se evidenciam as bases científicas que afirmam que para qualquer comunidade o consumo de água potável é uma necessidade socioambiental de elevada importância e que seu uso inadequado gera diversos impactos negativos que reduzem significativamente a qualidade de vida da sociedade.

As condições do tratamento da água usada pela comunidade são um caso de saúde pública e deveriam ser uma prática constante com facilitado acesso a todos, porém, na prática não é respeitada e por vezes ignorada e manipulada em diversos municípios do País. Este fato não permite tornar a necessária cultura do consumo de água tratada uma verdadeira ação preventiva de saúde, fato que gera implicações negativas de ordem econômica, social e ambiental.

Apresenta-se ao longo da discussão uma alternativa de tratamento de água ao mesmo tempo em que se afirma que a exposição e inserção desta alternativa não deve ser observada e analisada como uma simples questão de disponibilidade de uma tecnologia ou técnica de tratamento de água de fácil acessibilidade a comunidade, mas, primordialmente deve-se perceber a possibilidade de contribuição educacional e ambiental de uma ação concreta de sensibilização dos envolvidos.

2.2.1 Uso de água não potável e qualidade de vida

Nesta seção terciária, aborda-se brevemente a disponibilidade dos recursos hídricos, a condição de saneamento ambiental e a conseqüente grave relação social, ambiental e econômica gerada por doenças transmitidas por meio hídrico contaminado, chamando-se atenção para a prática do uso de água contaminada e suas implicações.

A substância mais abundante na biosfera é a água, distribuída nos estados líquido, sólido e gasoso pelos oceanos, rios e lagos, nas calotas polares e geleiras, no ar e no subsolo, sendo como já ressaltado o elemento mais importante para a sobrevivência do ser humano, bem como de toda a vida na Terra (BASSOI; GUAZELLI, 2004).

A grandeza quantitativa dos recursos hídricos no planeta causa uma falsa sensação de recurso inesgotável. Porém, segundo especialistas em meio ambiente, 97,25% de toda a água do planeta encontram-se nos oceanos, portanto imprópria para o consumo humano e dos

2,75% restantes correspondentes a água doce apenas 0,6% está disponível para uso em águas subterrâneas e superficiais (BASSOI e GUAZELLI apud SACHS, 2008).

A parcela disponibilizada nos cursos de água potável é a menor de todas; exatamente de onde se retira a maior parte para as mais diversas finalidades é onde, invariavelmente, são lançados os resíduos dessa utilização.

Uma das Metas de Desenvolvimento do Milênio para 2015 é reduzir pela metade a porcentagem de pessoas sem acesso sustentável à água potável e a serviços básicos de saneamento (CNN, 2008).

A falta de água potável equaciona vários problemas: sem esta, as pessoas não sobrevivem mais que alguns dias; surgem problemas de segurança alimentar, pois sua falta para a produção agrícola compromete a produção de alimentos; as doenças se espalham, especialmente as doenças contagiosas mortais, que ceifam a vida de milhões de crianças anualmente. Sem um acesso rápido à água, sem disponibilidade em lugares convenientes e sem bombeamento direto para as residências, mulheres e meninas de aldeias empobrecidas de todo o mundo terão um árduo trabalho pela frente, pois são elas as que, quase sempre, caminham quilômetros todos os dias para garantir o fornecimento doméstico de água. Ainda, sem a certeza de água – para lavoura, o rebanho e o uso humano – eclodem conflitos (SACHS, 2008).

Vale ressaltar que, segundo dados da Organização Mundial de Saúde, 65% das doenças no Brasil são causadas pela falta de saneamento ambiental nas cidades e que a cada real investido em saneamento ambiental e consequentemente tratamento de água são economizados quatro reais em saúde pública em um período de dez anos. Estudos, também, indicam que a mortalidade de 1, 5 milhão de crianças menores de cinco anos, por ano, no mundo é atribuída à diarreia infantil e que para o seu controle são imprescindíveis qualidades nos serviços de saneamento ambiental (TEIXEIRA; HELLER, 2005).

Não podemos deixar de registrar, entre as doenças veiculadas por meio hídrico, a presença da “Ascaridíase” que, segundo Neves (2004), é uma doença conhecida popularmente como lombriga, sendo o resultado da infestação do helminto *Ascaris lumbricóide* no organismo com maior frequência no intestino. Encontramos esse parasita presente em quase todos os países do mundo, principalmente, nas regiões mais quentes e desprovidas de saneamento ambiental, infectando homens e mulheres, em qualquer idade, sendo as crianças as mais atingidas e estando presente em aproximadamente 25% da população mundial.

Abaixo, conforme informações extraídas de Araújo (2008), verificamos no Quadro 02 alguns exemplos de doenças causadas pelo uso de água não tratada, podendo boa parte ser sanada com o tratamento preventivo e distribuição de água não contaminada. Isto oportuniza melhor qualidade de vida às comunidades atendidas e redução de recursos destinados a saúde curativa.

Quadro 02 – Relação das doenças, de maior incidência, causadas por uso de água não tratada. (Continua)

VIRAIS	
Poliomielite (paralisia infantil)	Ao penetrar no organismo, infecta o trato gastrointestinal, e atinge o Sistema Nervoso Central através da corrente sanguínea ou através das vias neurais, causando paralisia flácida.
Hepatite infecciosa (Hepatite Viral A e E)	Está relacionada diretamente com condições sociais e econômicas mais precárias, onde existe menos saneamento.
Diarréias virais (Rotavírus Norwalk)	Ao alcançar o intestino delgado, o Rotavírus multiplica-se extensivamente, causando febre, vômitos e diarreia.

Quadro 02 – Continuação

BACTERIANAS	
Cólera (Bacilo Gramnegativo)	Transmitido por reservatórios de água contaminada por fezes humanas.
Shigelose (Disenteria bacilar)	Produzem enterotoxina que causa diarreia com muco e sangue, podendo apresentar febre.
Diarreia bacteriana	Ocorre principalmente em condições socioeconômicas mais precárias.
Febre Tifóide (<i>Salmonella Typhi</i>)	Está diretamente relacionada ao saneamento básico, atingido principalmente a pessoas de faixa etária de 15 a 45 anos.
PROTOZOÁRIOS	
Amebíase (Disenteria amebiana)	Após ingestão dos cistos encontrados, principalmente em água não potável (formas imóveis), estes passam ao intestino grosso onde se multiplicam na parede intestinal, destruindo as células. Transforma-se em trofozoítos (forma móvel) que se alimenta de células sanguíneas.
Giardíase (<i>Giardia lamblia</i>)	Causa diarreia, cólicas, distensão abdominal, anemia, perda de peso, ocorrendo principalmente em condições socioeconômicas mais precárias, onde existe menos saneamento.
HELMINTOS	
Esquistossomose (<i>Schistosoma Mansoni</i>)	Sua forma infectante (cercaria) penetra na pele do homem ao entrar em contato com água contaminada. Após migração para o fígado, causa hipertensão portal levando às varizes de estômago e esôfago, ascite, esplenomegalia e outras complicações. Endêmico em diversas regiões do Brasil.

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

2.2.2 Tratamento convencional de água

Porvindouro se explicita algumas formas de contaminação dos recursos hídricos, critérios avaliativos da potabilidade da água e etapas do tradicional tratamento de cloração de água. Neste momento, objetiva-se demonstrar a dificuldade de aplicação genérica deste tratamento de água que necessita da aplicação de elevada tecnologia e é dividido em diversas etapas, deixando este tipo de tratamento economicamente inacessível a diversas comunidades,

principalmente as agrícolas desprovidas de maiores recursos.

Consideramos como poluidoras da água as substâncias de origem natural que são as encontradas normalmente no solo e atmosfera em forma de gases, sais minerais e microrganismos e de origens artificiais as lançadas pelo homem no ar, na água e no solo.

As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos de origens artificiais são: os esgotos de cidades sem tratamento que são lançados em rios e lagos, os aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos, os defensivos agrícolas que escoam com a chuva sendo arrastados para os rios e lagos, os garimpos que lançam produtos químicos, como o mercúrio, em rios e córregos e as indústrias que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos (EMPRAPA, 1994; RSC, 1992).

Considerando o rigoroso termo de absoluta pureza e sendo a água um solvente ótimo podemos dizer que não encontramos água pura na natureza, porém, a encontramos com uma série de impurezas que lhe apontam características físico-químicas e biológicas que indicam suas possibilidades de uso e nível de tratamento.

Para que a água seja considerada potável, após tratamento, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos deverão estar de acordo com a Portaria nº 36, do Ministério da Saúde, de 19 de janeiro de 1990, que em seu anexo apresenta as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, a serem observadas em todo o território nacional (BRASIL, 1990).

A avaliação da presença de organismos patogênicos na água é determinada pela presença ou ausência de um organismo indicador e sua respectiva população. O isolamento e identificação de cada tipo de microrganismo exigem uma metodologia diferente e a ausência ou presença de um patógeno não exclui a presença de outros.

Na tentativa de eliminação de microrganismos os municípios de menor porte desprovidos de maiores recursos tecnológicos, humanos e financeiros, orientam geralmente os órgãos responsáveis em ofertar água potável a adicionarem manual e diretamente pequenos percentuais de cloro ou hipoclorito de cálcio nos reservatórios coletivos ou fonte primária coletora (poços artesianos, cacimbões, cisternas). Sendo tradicionalmente adotada essa medida, conseqüentemente, não conseguem ofertar tratamento e distribuição de forma ideal e satisfatória.

Segundo Fontenele (2008) a utilização de cloro no tratamento de água é uma das práticas mais antigas e ainda a mais usada; sua ação se dá por oxidação celular dos microorganismos e pode ser aplicado na forma de gás, soluções de hipoclorito, dióxido de cloro e outras.

Nas cidades de porte mais elevado, onde geralmente as companhias de saneamento estaduais e/ou municipais são munidas de maiores recursos, o tratamento de cloração é realizado em larga escala com a utilização de Estações de Tratamento de Água – ETA, conforme ilustra a Figura 01.

A maioria das aplicações de produtos químicos, abaixo expostas, é precedida de testes laboratoriais diários que determinam as dosagens a serem aplicadas no volume de água que chega para tratamento na ETA. A eficiência química, física e biológica dos produtos adicionados é aferida em determinadas etapas de separação trabalhadas na ETA e, principalmente, nas amostras coletadas no reservatório de água tratada que demonstra o sucesso ou a necessidade de revisão do tratamento de acordo com padrões internacionais de qualidade de água potável.



Figura 01 – Ilustração das etapas de tratamento de água por cloração em uma Estação de Tratamento Água- ETA, demonstrando todo o caminho percorrido desde a fonte coletora, neste caso uma represa, até a rede de distribuição para edifícios e residências. **Fonte:** Coutinho (2009)

As etapas de separação para tratamento da água em uma ETA são ordenadas abaixo:

A - Coagulação (adição de sulfato de alumínio que reage com a alcalinidade natural da água, formando hidróxido de alumínio);

B - Floculação (processo que transforma as impurezas em partículas mais densas que a água, os flocos);

C - Decantação (separação de partículas sólidas suspensas na água que tendem a se depositar);

D - Filtração (retenção dos flocos em suspensão e demais materiais que não decantaram através da passagem por substâncias porosas como areia e carvão);

E - Desinfecção (remoção de microrganismos presentes na água através da adição de cloro ou hipoclorito de cálcio) e

F - Fluoretação (a fim de prevenir cárie dentária infantil, adiciona-se flúor na água) (SANEPAR, 2004).

Ressaltamos duas importantes situações negativas inerentes a operacionalização e eficiência de uma ETA:

01 - São elevados os custos de implantação e manutenção que exige a presença de um número considerável de profissionais capacitados, aplicação de elevada tecnologia, e considerável aquisição de insumos;

02- São comprometidos os resultados germicidas do tratamento nas fontes secundárias coletoras no interior das residências dos consumidores (torneiras, reservatórios domésticos) em função das contaminações de difícil controle que ocorrem, por exemplo, nas tubulações que conduzem a água tratada da ETA até as residências.

2.2.3 Tratamento alternativo de água

Após referenciar acima a importância do uso de água potável e as dificuldades de aplicação de tratamento convencional, busca-se nesta seção apresentar a possibilidade de

inserção, junto à comunidade pesquisada, de técnica de desinfecção de água por radiação ultravioleta, utilizada em diversos países, com baixo custo de produção e manutenção, além de comprovada eficiência germicida no tratamento secundário da água.

Como alternativa para o tratamento secundário da água a irradiação da água com luz ultravioleta (UV) apresenta várias vantagens como seu efeito germicida, baixo custo, sem problemas relativos à dosagem e gosto como ocorre no sistema de tratamento de água baseado em cloro (COHN, 2002). Por outro lado, em situações em que o tratamento primário da água, conduzido pelas companhias de saneamento, é inviável e/ou deficiente os sistemas com o uso da radiação ultravioleta poderiam contribuir para a diminuição da ocorrência de doenças transmitidas por microorganismos patogênicos presentes na água.

Radiação ultravioleta e sua aferição

Segundo Rouessac (2000) a radiação ultravioleta (UV) é a radiação eletromagnética ou os raios ultravioletas com um comprimento de onda menor que a da luz visível e maior que a dos raios X, de 380 nm a 1 nm.

Ainda, o mesmo pesquisador, afirma que a radiação ultravioleta significa mais alto que (além do) violeta (do latim ultra), pelo fato que o violeta é a cor visível com comprimento de onda mais curto e maior frequência e pode ser subdividida em radiação UV próximo (comprimento de onda de 380 até 200 nm - mais próximo da luz visível), UV distante (de 200 até 10 nm) e UV extremo (de 1 a 31 nm).

No que se refere aos efeitos à saúde humana e ao meio ambiente, classifica-se como UVA (400 – 320 nm, também chamada de "luz negra" ou onda longa), UVB (320–280 nm, também chamada de onda média) e UVC (280 - 100 nm, também chamada de UV curta ou "germicida"). A maior parte da radiação UV emitida pelo sol é absorvida pela atmosfera terrestre. A quase totalidade (99%) dos raios ultravioleta que efetivamente chegam a superfície da Terra são do tipo UV-A. A radiação UV-B é parcialmente absorvida pelo ozônio da atmosfera e sua parcela que chega à Terra é responsável por danos à pele. Já a radiação UV-C é totalmente absorvida pelo oxigênio e o ozônio da atmosfera (ROUESSAC, 2000).

Para medir a incidência do nível de radiação ultravioleta do sol em determinados pontos do globo terrestre foi criado um padrão internacional de medida denominado de índice UV.

Abaixo na Figura 02 e no Quadro 03, de acordo com cores específicas, indica-se o grau de intensidade e periculosidade da radiação ultravioleta para os seres humanos podendo, em função do tempo de **exposição direta**, causar lesão do tecido epitelial e o conseqüente surgimento de doenças de pele conforme dito anteriormente.

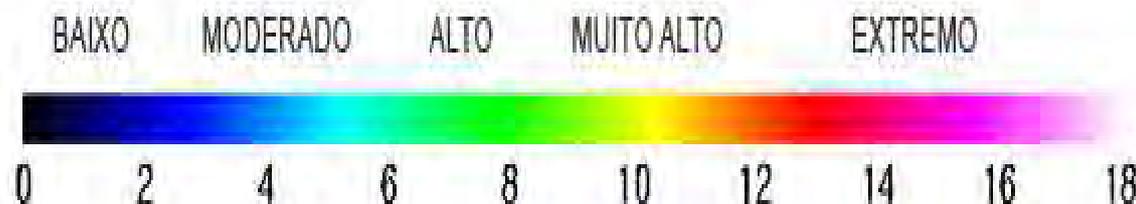


Figura 02 – Grau de intensidade e periculosidade de exposição aos raios ultravioleta.

Fonte: Rouessac (2000)

Quadro 03 – Nível de periculosidade aos seres humanos em função do grau de intensidade da radiação e de exposição direta ao sol:

ÍNDICE	GRAU DE INTENSIDADE	PERIGO
Baixo	Até 02	Nenhum perigo para a maioria das pessoas.
Moderado	De 03 a 05	Pequeno risco de queimadura se exposição ao sol sem proteção.
Alto	De 05 a 07	Alto risco de queimadura se exposição ao sol sem proteção.
Muito Alto	De 08 a 10	Altíssimo risco de queimadura se exposição ao sol sem proteção.
Extremo	Acima de 11	Risco extremo de queimadura, a exposição ao sol sem proteção se torna extremamente perigosa.

Fonte: Adaptado de Rouessac (2000)

Em relação a esta situação de cuidados com a exposição aos raios solares, o globo terrestre exige dos habitantes residentes nos países próximos a linha do equador uma maior atenção em função do período de exposição à radiação ultravioleta que pode após uma exposição excessiva causar queimaduras graves, lesões oculares, envelhecimento da pele e câncer. Nas Figuras 03 e 04 (págs. 25 e 26), demonstra-se essa incidência da radiação em relação ao globo terrestre e ao Brasil visualizando-se facilmente os regiões de maior incidência.

Erythemal UV index
SCIAMACHY - KNMI/ESA

Clear-sky
27 February 2012

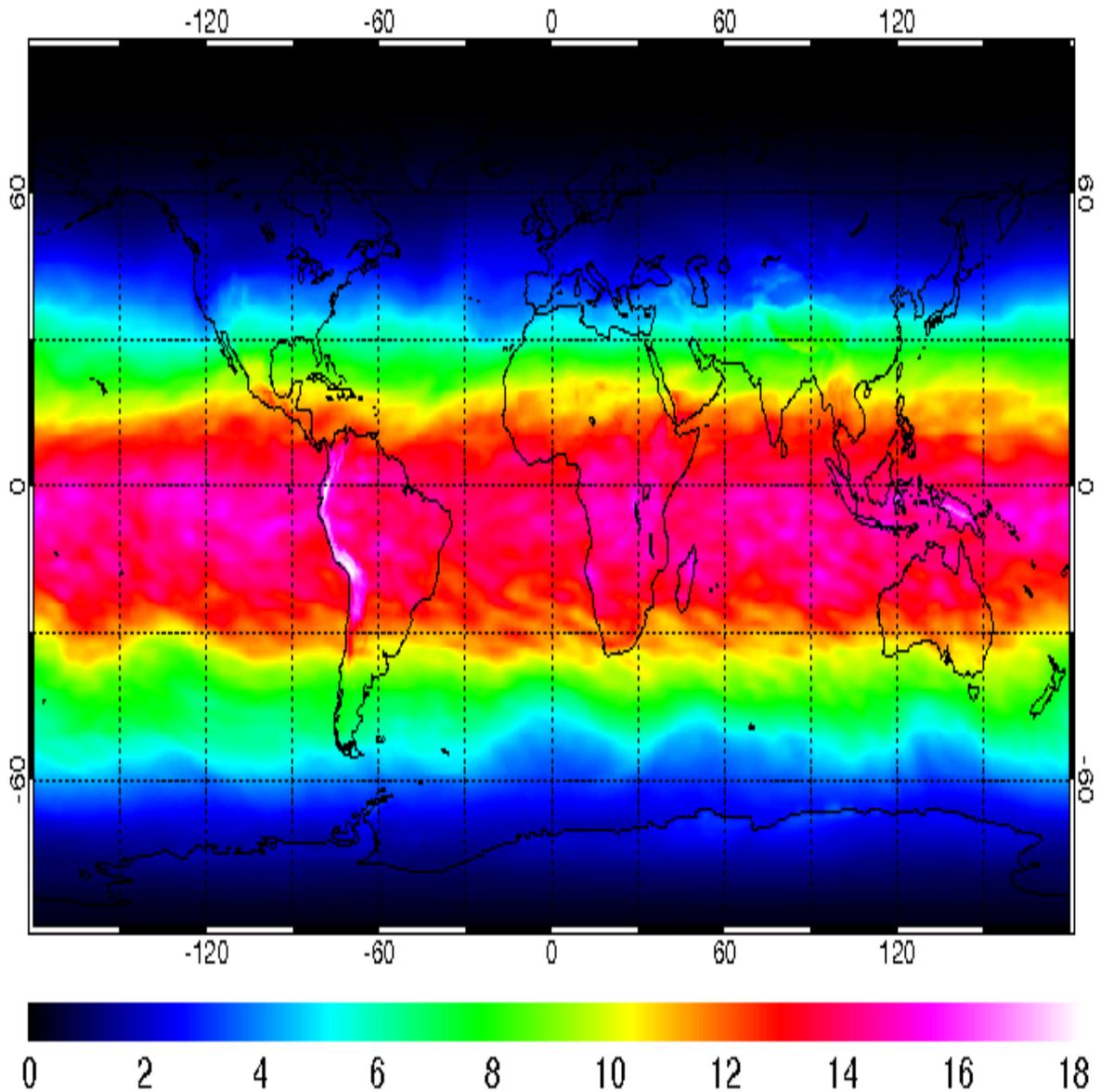


Figura 03 - Distribuição, em condições normais, da radiação ultravioleta em todo o planeta e seu grau de intensidade com visível situação de extrema exposição do Brasil em função do forte grau de incidência dos raios UV, em 27 de fevereiro de 2012.

Fonte: Monitorglobal (2012)

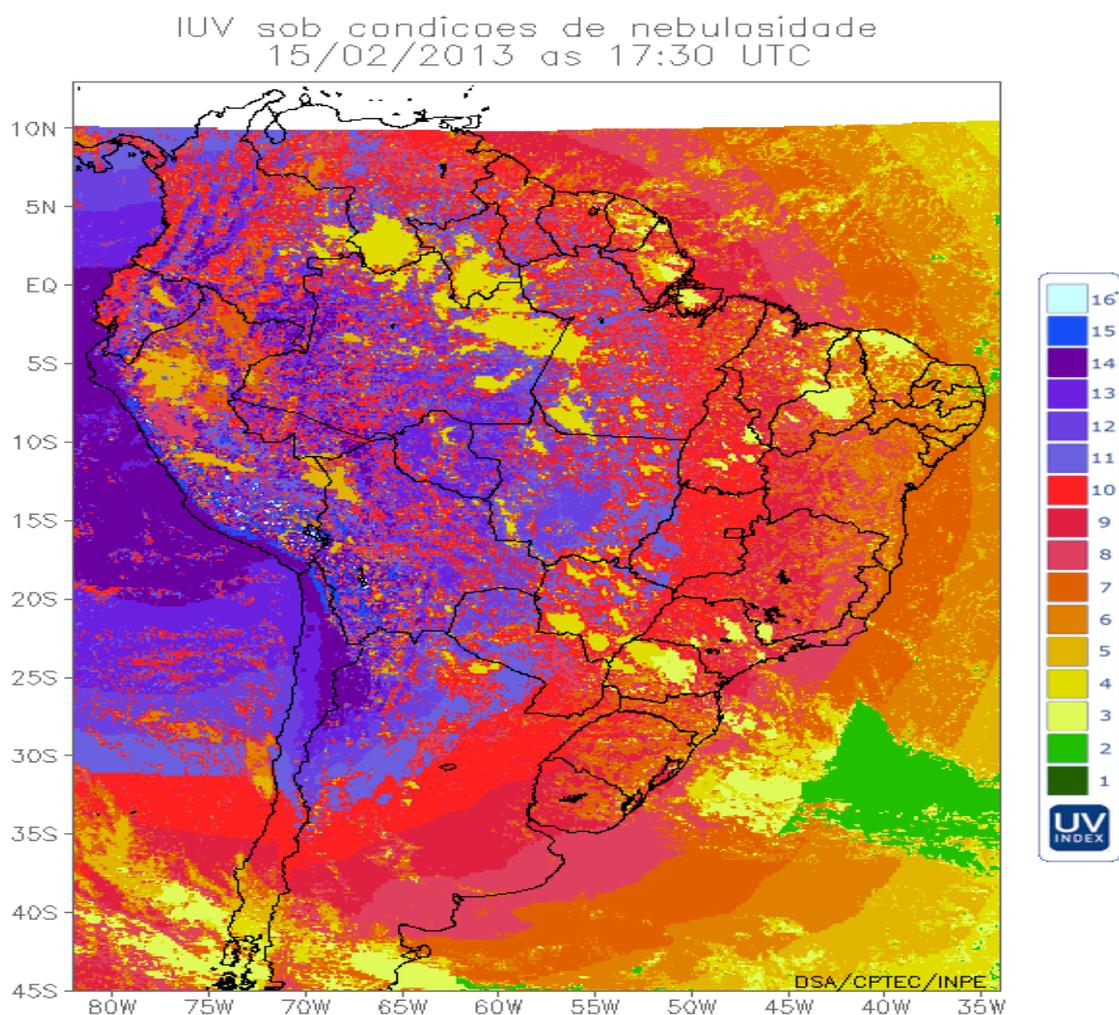


Figura 04 - Distribuição da radiação ultravioleta no Brasil e seu grau de intensidade com visível situação de extrema exposição de algumas regiões do Brasil em função do forte grau de incidência dos raios UV, em 16 de fevereiro de 2013.

Fonte: Monitorglobal (2013)

Radiação ultravioleta e seu poder germicida

Em ambientes controlados com radiação de UVC, emitida geralmente por lâmpadas específicas, é possível criar instalações de desinfecção. Essas instalações utilizam-se do elevado poder germicida da radiação ultravioleta direcionando-a a eliminação de microorganismos, inclusive, os existentes em água poluída.

Esta radiação natural penetra no corpo dos microorganismos, altera seu código genético e impossibilita a reprodução. Há hoje cerca de 60.000 equipamentos de UV instalados, tratando água no mundo, o primeiro foi instalado em 1901 na Cidade de Marselha – França, mas seu uso só se incrementou a partir de 1955, quando se descobriram os Trihalometanos. Aparelhos domésticos de UV na Europa e EUA se tornaram populares. (SOARES, 2008).

Em 1903, Barnard e Morgam comprovaram os efeitos bactericidas da radiação UV,

utilizando correntes elétricas para produzir radiações de comprimento de ondas entre 226nm e 328nm. Em 1955, as primeiras instalações de desinfecção com UV ocorreram na Suíça e Áustria. Em 1977, a Escola de Engenharia de São Carlos (USP) no Brasil iniciou pesquisas com UV com o objetivo de uso na desinfecção de esgotos (CORAUCCI FILHO *et al.*, 2003 apud ARAÚJO, 2008).

Na desinfecção por radiação ultravioleta, após exposição da água a ser tratada, o potencial de desinfecção pode ser confirmado por meio de análises microbiológicas padrão. Alguns microrganismos são considerados resistentes a UV, mas com doses maiores de radiação eles são inativados. A radiação UV considerada bactericida é utilizada em conjunto com alguns oxidantes (MACEDO, 2004 apud ARAÚJO, 2008).

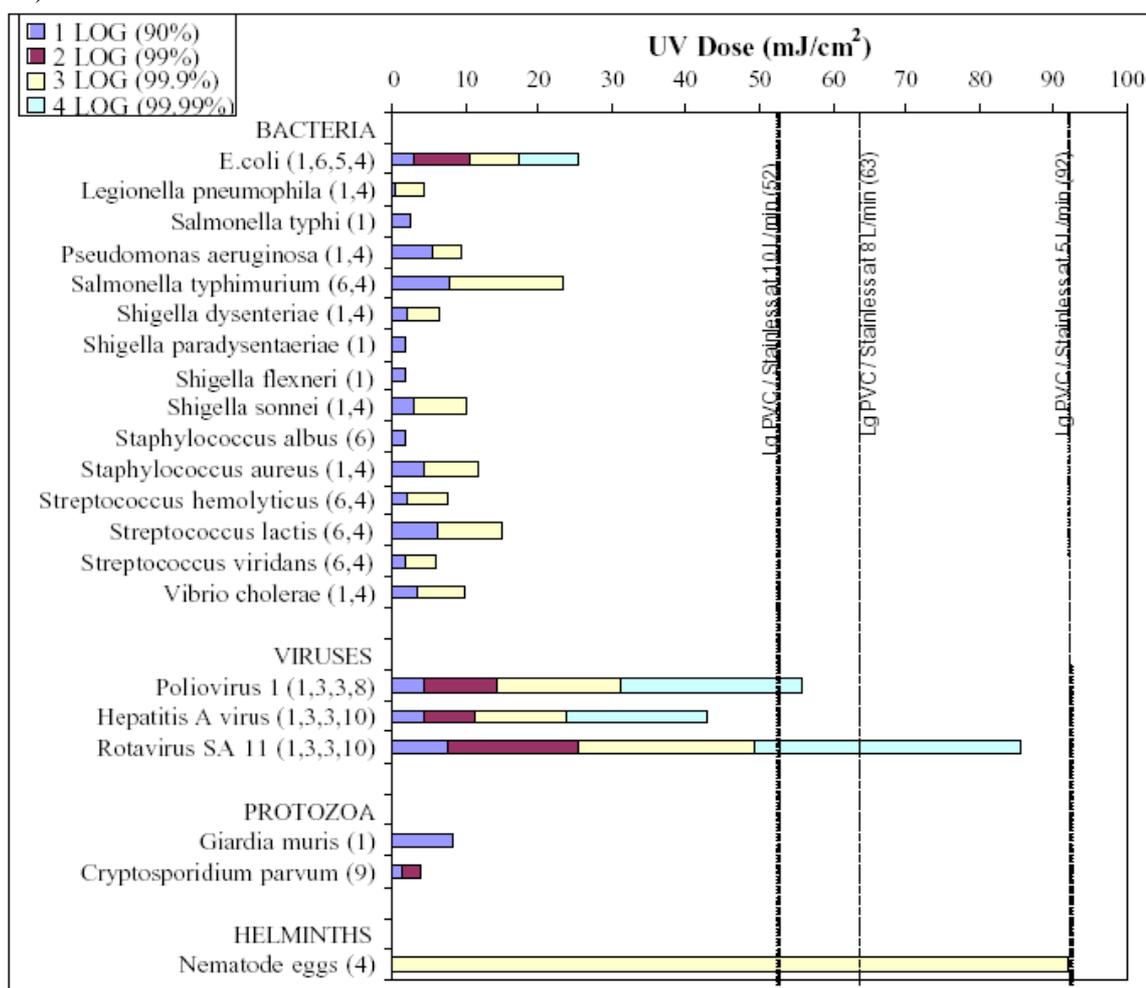
O comprimento de onda ideal de radiação, para inativação do DNA/RNA (material genético) dos microrganismos em geral, situa-se entre 250 – 270 nm. O mercúrio da lâmpada produz principalmente 254 nm; a água circula pelo reator ou vaso de esterilização que, em contato com luz, destrói os microrganismos (SOARES, 2008 apud ARAÚJO, 2008).

O uso da radiação UV, apesar da comprovação da eficácia, não desenvolveu muito no século XX devido ao surgimento da técnica de cloração, que apresentou bons resultados e custos menores. Além do não desenvolvimento de lâmpadas germicidas e a comercialização em escala (MACEDO, 2004 apud ARAÚJO, 2008).

O processo físico, em instalações de desinfecção, por exposição à radiação UV, é capaz de inativar quase todos os microrganismos encontrados na água principalmente bactérias coliformes. Sua eficiência depende do tempo de exposição à radiação e a constante manutenção de limpeza residual (BLATCHLEY *et al.*, 1996 apud ARAÚJO, 2008).

Na análise de potencial de desinfecção de água descrita em Araújo (2008), percebe-se facilmente o poder em condições ideais de eliminação de vírus, Helmintos, protozoários e principalmente bactérias conforme já citado e demonstrado no Quadro 04 (pág. 28) abaixo:

Quadro 04 – Comparativo de eficiência da aplicação de doses de radiação UV(mJ/cm²) destinadas a eliminação de patógenos conforme vazões de 10, 08 e 05 litros de água/minuto (L/min) tratadas no Tubo UV.



Fonte: Elaboração de Cohn (2002) com a utilização de diversas fontes adiante enumeradas e correlacionadas na Figura: (1) (WOLFE, 1990); (3) (MALLEY, 2000); (4) (TRIANGULAR WAVE TECHNOLOGIES INC, 1997); (5) (CENTRE FOR ECOLOGY AND HYDROLOGY, 2002); (6) (KOLLER, 1952); (8) (QIN & GERBA, 1996); (9) (SHIN et al., 2001); (10) (BATTIGELLI et al., 1993) apud Araújo, 2002.

Um grande exemplo de tecnologia alternativa para tratamento de água via radiação de raios ultravioleta é o protótipo trabalhado por Araújo (2008), construído no Centro de Estudos em Biologia do Centro Universitário de Caratinga-MG, em uma adaptação do projeto de Cohn (2002). Este projeto demonstrou simplicidade na confecção do equipamento, facilidade em adaptação a materiais encontrados regionalmente, baixo custo de produção, portanto, acessível a comunidades de baixa renda, podendo ser construído a um custo médio de R\$ 85,00 por unidade, com fácil manejo e conservação, além de comprovada eficiência na eliminação de microrganismos.

O equipamento consiste basicamente de um reator para acionamento de lâmpada emissora de raios Ultravioleta emitidos em determinada e controlada quantidade de água a ser tratada que percorre caminho no interior de um cilindro, ou tubo germicida (tubo à base de policloreto de vinil, mais conhecido como PVC) com saída de água irradiada e pronta para consumo.

A intensidade de luz e a quantidade ou tempo de exposição, que atinge efetivamente os microrganismos é afetada pela turbidez da água, pela temperatura e pelos depósitos de

materiais que se acumulam sobre a lâmpada. É importante uma limpeza periódica, a cada 04 meses, seria o recomendado (SOARES, 2008 apud ARAÚJO, 2008).

Em sua confecção compõem o protótipo, além da lâmpada germicida, outros pequenos materiais, tais como, plug, joelhos, entre outros, que são demonstrados conforme Figura 05 abaixo e são encontrados facilmente em pequenas casas de material de construção com custo variável de acordo, com a região onde esteja sendo confeccionado.

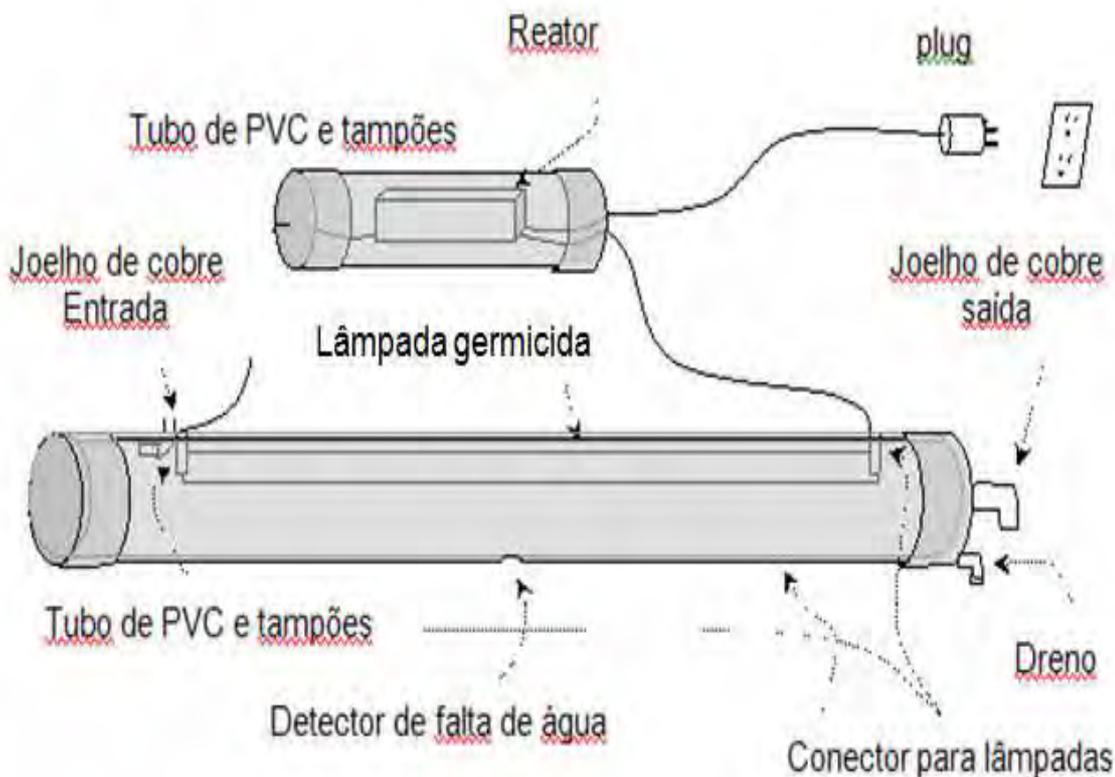


Figura 05 – Imagem de proposta do protótipo do Tubo UV a ser confeccionado com materiais da região estudada nesta pesquisa analisando sua aceitabilidade, viabilidade econômica e operacional mediante adaptação as condições locais. **Fonte:** Araújo (2008), adaptação de Cohn (2002).

3 METODOLOGIA

Este trabalho buscou as suas bases teórico-metodológicas na pesquisa social utilizando-se de estratégias metodológicas, ou seja, dos procedimentos da pesquisa-ação com objetivos exploratórios e intervencionistas e abordagem qualitativa e quantitativa, tendo como maior referencial Gil (2010) e Thiollente (2008).

Para coleta de dados foram realizadas, em momentos diferentes, 02 (duas) entrevistas semi-estruturadas, *in loco*, de acordo com Gil (2010), onde toda a percepção das informações subjetivas foram anotadas e transformadas em relatórios auxiliados pela aplicação simultânea de questionários adaptados de Guerra (2006), que apoiaram a identificação de características objetivas como, por exemplo, socioambientais e de gênero, entre outras, que influíram na pesquisa.

Durante o trabalho de coleta de dados, foi pesquisado um universo geográfico de 100 (cem) residências existentes no assentamento rural Boa Esperança (ABE), porém o número de de questionários e entrevistas validadas representou 64% (sessenta e quatro por cento) desse universo, sendo as demais invalidadas pela negativa de alguns entrevistados em assinarem o “Termo de consentimento livre e esclarecido” forçando o descarte dos questionários e entrevistas que não apresentaram a autorização no referido termo. As entrevistas foram direcionadas a 01 (uma) pessoa por residência com perguntas específicas dos questionários e observação dos entrevistadores que foram além das respostas objetivas.

As 64 (sessenta e quatro) entrevistas validadas foram replicadas em dois momentos distintos. Inicialmente a fim de conhecer a realidade socioambiental e lideranças comunitárias, além de buscar indícios sobre a potabilidade da água na comunidade e sobre a percepção dos moradores em relação à qualidade da água. Em um segundo momento, objetivando identificar os resultados das ações técnicas e pedagógicas depois de desenvolvidas as dinâmicas de sensibilização que incluíram palestras, reuniões, seminários, viagem técnica, oficinas para a construção do “Tubo UV” e da instalação de 5 (cinco) Tubos UVs sendo 04 (quatro) em residências sorteadas ao acaso e 01(um) instalado na Escola Familiar Rural Comunitária.

Para tratamento dos dados coletados as variáveis quantitativas e qualitativas foram analisadas estatisticamente. Foram calculadas as médias e registrados seus valores mínimos e máximos das variáveis quantitativas que representaram idade (anos), escolaridade (anos), renda mensal (reais) e número de moradores por residência da comunidade.

Para as variáveis qualitativas, foram construídos quadros de frequência de dupla entrada, onde “N” representa o número de entrevistados, considerando como fator o momento em que foi aplicado o questionário com dois níveis, antes ou depois do desenvolvimento das dinâmicas de sensibilização e as classes de respostas. O objetivo foi comparar as frequências de respostas por meio do teste, não paramétrico, Qui Quadrado (χ^2). Trabalhou-se, para tanto, ao nível de 5% de probabilidade considerando 01 (um) grau de liberdade.

Uma das expectativas geradas durante a pesquisa foi a de observar se os resultados das ações de Educação Ambiental Crítica planejadas e aplicadas permitiriam na prática um despertar significativo da comunidade envolvida. Era preciso responder se o muito era pouco (muito pouco) ou se o muito era muito e o pouco era pouco significativo.

Procuramos com a aplicação do teste do Qui Quadrado dar maior significância as respostas coletadas nos questionários onde o “sim” e o “não” ou outras afirmativas e negativas representam sentimentos "diferentes" podendo "significar" algo de maior ou menor representação quanto aos novos entendimentos da realidade, e ou, mudanças de postura da comunidade pesquisada. Assim, entendemos que com a aplicação do teste, foi possível

analisar qualitativamente os maiores e menores resultados originados das ações educativas e dos momentos de dinâmicas de sensibilização planejados e executados ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Para Levin (1987) a significância pode ser algo não-dicotômico (não-binário, mais complexo que simplesmente sim x não), em um espectro de graus quantificáveis de probabilidade.

Segundo Conti (2009) o Qui Quadrado, simbolizado por χ^2 é um teste de hipóteses que se destina a encontrar um valor da dispersão para duas variáveis nominais, avaliando a associação existente entre variáveis qualitativas. É um teste não paramétrico, ou seja, não depende dos parâmetros populacionais, como média e variância.

O princípio básico deste método é comparar proporções, isto é, as possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas para um certo evento. Evidentemente, pode-se dizer que dois grupos se comportam de forma semelhante se as diferenças entre as frequências observadas e as esperadas em cada categoria forem muito pequenas, próximas a zero. Portanto, entre outras, o teste é utilizado para verificar se a frequência com que um determinado acontecimento observado em uma amostra se desvia significativamente ou não da frequência com que ele é esperado (CONTI, 2009).

Enquanto caminhos percorridos ou planejamento da pesquisa, Gil (2010) diz que a pesquisa-ação difere de outras pela flexibilidade e outros aspectos inerentes citando, entre esses, as ações desenvolvidas pelos pesquisadores em consonância com os grupos interessados na pesquisa que constantemente podem reordenar suas ações pautadas em movimentos, de vaivém entre as etapas e, analíticos de ação-reflexão. Essa situação torna difícil o ordenamento temporal das etapas, porém permite apresentar alguns conjuntos de ações que podem, a princípio, não aparecerem ordenadamente, mas efetivamente representam os caminhos percorridos, ao exemplo da próxima sub-seção que apresenta as etapas desenvolvidas nesta pesquisa.

3.1. Etapas do desenvolvimento da ação e da pesquisa objetivando a construção de conhecimentos críticos

Para o desenvolvimento desta pesquisa-ação, foram necessárias 03 (três) etapas que objetivaram organizar as ações direcionadas ao processo de construção de conhecimento. A primeira etapa tratou da identificação, sensibilização e treinamento da equipe de pesquisadores, ou seja, dos participantes que auxiliaram tecnicamente as ações de investigação, entre elas, as coletas de dados e ações pedagógicas em harmonia para com os pesquisados.

A segunda etapa delineou a área geográfica pesquisada realizando a identificação e caracterização sócio-ambiental da comunidade onde foi realizada a ação de inserção da tecnologia alternativa de tratamento de água intrinsecamente ligada às ações de sensibilização e discussão da temática que tratou da relação água potável – saúde – qualidade de vida.

Na terceira etapa realizou-se a seleção e aplicação das atividades educativas, reflexivas e críticas ao entorno da temática que trata a pesquisa em processo harmônico e dialógico com todos os envolvidos. Reuniões, seminários, visita e oficinas foram ordenadas em forma de dinâmicas de sensibilização desenvolvidas conjuntamente com e para os grupos interessados na pesquisa, entre eles a comunidade do assentamento rural Boa Esperança, dando-se ênfase aos líderes e multiplicadores dessa comunidade. Finalizou-se a terceira etapa com o momento da pesquisa-ação que Gil (2010) denomina “Divulgação dos Resultados” onde parte das informações obtidas durante a investigação pode ser divulgado para o público em geral. Para melhor percepção das ações desenvolvidas encontram-se, abaixo, enumeradas as etapas retrocitadas.

3.1.1 Primeira etapa – Identificação, sensibilização e treinamento da equipe de pesquisa

Foi necessária a articulação de conhecimentos específicos e de um número considerável de auxiliares para o desenvolvimento da pesquisa, principalmente no momento de coleta de dados em função do número de entrevistas aplicadas a população de estudo.

Na pesquisa-ação a articulação de conhecimentos específicos necessários ao apoio do desenvolvimento da pesquisa é realizada por uma equipe que detenha maior número de informações ao entorno da proposta de ação concreta, Gil (2010) denomina esta de “equipe de pesquisa” convidada a auxiliar a realização de diversas etapas da ação e da pesquisa. Neste trabalho, para a formação da equipe de pesquisa, foram selecionados 06 (seis) discentes do Câmpus Zé Doca/IFMA, sendo 01 (um) colaborador e 05 (cinco) bolsistas do Programa Institucional de Bolsas da Iniciação Científica/Junior – PIBIC/Jr. Estes discentes se somaram a seleção de 03 (três) docentes, sendo 02 (dois) do Câmpus Zé Doca/IFMA e 01 (um) do Centro Universitário de Caratinga/MG.

Na primeira reunião de trabalho, tivemos como objetivo maior a sensibilização da equipe de pesquisa escolhida, apresentando e discutindo com os componentes as sugestões de ações a serem, posteriormente, apresentadas aos demais grupos interessados na pesquisa.

O treinamento da equipe foi composto de dois momentos, onde primeiramente realizamos a 1ª oficina de construção e adaptação de 05 (cinco) Tubos UVs, utilizando-se do manual de Araujo (2008) e de materiais regionais. Em um segundo momento, visando aprimorar o contato com público externo, interessado na pesquisa, foi apresentado à tecnologia de tratamento de água, a partir do Tubo UV, para comunidade de alunos de ensino fundamental (Feira de Ciências do Centro de Educacional Nelson Serejo de Carvalho – CEMA) da rede estadual de Zé Doca.

Sensibilização da equipe de trabalho

Realizou-se em maio de 2011, nas instalações do Câmpus Zé Doca, conforme visualizamos nas Figuras 06 e 07, a primeira reunião de sensibilização da equipe de pesquisa e de discussão das ações iniciais a serem trabalhadas de forma participativa e harmônica. Registrou-se que com o auxílio de um dos discentes já havia produzido um protótipo do Tubo UV que nos serviu para demonstração aos demais componentes da equipe e discussão dos custos de produção do equipamento conforme apresentado no Quadro 10 (pág.79).

Além do cronograma das atividades, determinação do espaço geográfico a ser trabalhado, entre outras ações, foi facilmente percebido, principalmente pelos discentes envolvidos na equipe, a necessidade de maior apropriação do assunto, abordando-o previamente a qualquer reunião para com os demais interessados na pesquisa e propondo-se a realização de uma oficina de construção do Tubo UV.



Figura 06 – Imagens de integrantes da equipe de pesquisa durante a 1ª reunião de sensibilização e discussão das ações a serem apresentadas para apreciação e considerações dos demais grupos interessados na pesquisa realizada, em maio de 2011, no Câmpus Zé Doca, Maranhão, Brasil.



Figura 07 – Imagens de integrantes da equipe de pesquisa durante a 1ª reunião de sensibilização e visualização do primeiro protótipo do Tubo UV confeccionado e amostrado para equipe, em maio de 2011, no Câmpus Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Treinamento da equipe de pesquisa

Ainda no mês de maio de 2011, após a 1ª reunião do grupo de trabalho realizou-se a 1ª oficina de construção de 05 (cinco) Tubos UVs com participação de todos os componentes da equipe que analisaram a montagem e custos dos materiais adquiridos em lojas de construção civil do município de Zé Doca, conforme Figura 08 (pág. 36) .

Dos materiais necessários, apenas as lâmpadas germicidas não foram encontradas no comércio de nenhuma cidade da região, restando à aquisição na cidade de Belém do estado do Pará que ofertou menor custo que a cidade de São Luis, capital do estado do Maranhão. Vale frisar que facilmente os demais materiais necessários a confecção foram pesquisados e encontrados em lojas de materiais de construção da própria cidade de Zé Doca. Abaixo, segue demonstrações, registradas em fotos e vídeos, do início das medições e corte dos materiais regionais destinados a confecção dos Tubos UVs.



Figura 08 - Imagens de discente integrante da equipe de pesquisa, nas instalações do Câmpus Zé Doca, construindo e adaptando 05 (cinco) Tubos UVs, em maio de 2011- Zé Doca, Maranhão, Brasil.

O quantitativo e valores referentes aos materiais de composição dos Tubos UVs, adquiridos na região são apresentados nos Quadros 10 e 11 (págs. 79 e 80) no item que trata dos resultados e discussão, indicando a já esperada elevação dos custos quando produzido

menor número de unidades por não serem, neste momento de produção unitária, utilizados na totalidade alguns materiais que não são vendidos em quantitativos menores ao exemplo dos canos, fitas isolantes, cola etc.

Após o sucesso da confecção e adaptação do Tubo UV sentiu-se a necessidade de iniciarem-se os trabalhos de sensibilização dos grupos interessados na pesquisa, sendo oficialmente a Direção do Centro Educacional Nelson Serejo de Carvalho – CEMA, da rede estadual de Zé Doca, o primeiro grupo a mostrar interesse pela temática. Para atendimento dessa demanda reunimos alguns alunos do ensino fundamental oriundos do CEMA e os encaminhamos aos laboratórios do Câmpus Zé Doca para observarem o funcionamento e objetivo de aplicação do Tubo UV. Após 03 (três) encontros selecionamos 03 (três) desses alunos e os acompanhamos em uma apresentação na Feira de Ciências, visualizada na Figura 09, realizada anualmente no referido Centro Educacional, onde no mês de junho de 2011, conjuntamente com a equipe de pesquisa, apresentaram a comunidade de Zé Doca o protótipo e debateram sobre a necessidade do uso de água tratada.



Figura 09 - 1ª apresentação do Tubo UV, para público externo, coordenada pela equipe de trabalho e direcionada a alunos da rede estadual de educação – Feira de Ciência do Centro Educacional Nelson Serejo de Carvalho – CEMA, em junho de 2011 – Zé Doca, Maranhão, Brasil.. .

Esta apresentação aprimorou os discentes integrantes da equipe de pesquisa e serviu de grande observação para os ajustes que foram realizados nas apresentações e encontros que se sucederam.

3.1.2 Segunda etapa – Identificação e caracterização da comunidade pesquisada

Para Gil (2010) esta etapa é denominada de “fase exploratória” da pesquisa-ação. Também é o momento de justificar e reconhecer a escolha do local e, sobretudo, identificar as características e representantes das categorias sociais existentes e participantes da pesquisa.

Para determinação do universo geográfico a ser pesquisado, foi escolhida a comunidade do assentamento rural Boa Esperança - ABE localizada a 05 km do Câmpus Zé Doca. Seleccionada, inicialmente, em função da proximidade, facilidade de acesso e distribuição de água. Posteriormente realizou-se a caracterização social e ambiental e um levantamento da percepção da comunidade sobre as condições das fontes de água existentes e a qualidade da água utilizada no assentamento rural, para confirmação, balizamento e justificativa das ações posteriormente desenvolvidas.

O assentamento rural Boa Esperança fica localizado as margens da BR-316, quilômetro (km) 195, no município de Zé Doca que compõe a mesorregião do Oeste maranhense, microrregião do Pindaré e região do Ato Turi, identificada na Figura 10, distante 04 km da sede do IFMA/Câmpus Zé Doca e 302 km da capital maranhense.

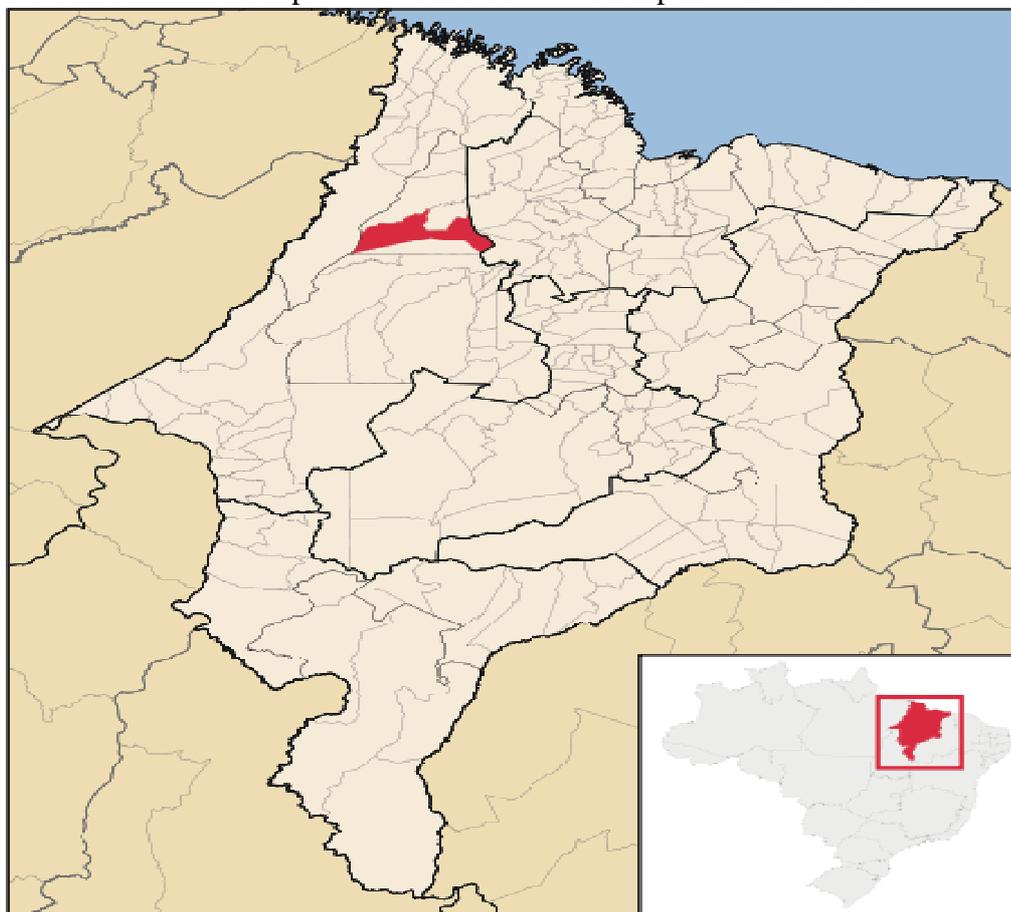


Figura 10 – Imagem da localização geográfica do município de Zé Doca, onde encontra-se o assentamento rural Boa Esperança, com uma área de 2.413,751 Km². Localizado a 03°14'34" de Latitude Sul e 45°49'26" de Longitude Oeste, o município faz limite ao norte com o município de Araganã, ao sul com o município de Newton Bello, ao leste com o município de Pedro do Rosário e a oeste com o município de Centro Novo.

Fonte IBGE (2011)

Possui infraestrutura, exemplificada nas Figuras 11 e 12 (págs. 39 e 40), composta de

03 (três) ruas recapeadas com material argiloso que conduzem a 100 residências, uma casa sede da igreja, uma casa sede da associação, uma casa sede da escola Familiar Rural, uma escola pública municipal e a casa com equipamentos para beneficiamento da mandioca.

Em sua grande maioria as casas existentes são de alvenaria, cobertas com telhas e piso de cimento, porém, algumas residências de famílias assentadas recentemente são ainda confeccionadas de taipa (argila) e cobertas de palhas do Babaçu, palmácea típica da região que além do beneficiamento dos frutos dos quais são extraídos óleo comestível oferece, também, outros subprodutos.



Figura 11 – Imagens do acesso principal, das casas, das palmáceas do Babaçu, fruto oleaginoso nativo da região e de ruas que formam o assentamento rural Boa Esperança margeado pela BR-316 – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Chama-se atenção ao nível social de organização da comunidade que é representada oficialmente por uma associação denominada de Associação dos trabalhadores da Vila Boa Esperança, onde são discutidas e encaminhadas importantes ações comunitárias de beneficiamento do assentamento, com sede própria visualizada na Figura 13 (pág. 40) e registrada no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas do Ministério da Fazenda sob número 05.0482.62/0001-40.



Figura 12 – Imagens da organização do assentamento rural Boa Esperança com a sede da Assembléia de Deus e da Casa Familiar Rural – Zé Doca, Maranhão.



Figura 13 – Imagem da Associação dos Trabalhadores Rurais da Vila Boa Esperança onde diversos encontros foram realizados com a comunidade – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Na área do assentamento não se encontra disponível, para a comunidade, um serviço de esgotamento sanitário, percebendo-se esgotos a céu aberto e a utilização de fossas sépticas que comprometem o lençol freático responsável pelo atendimento de todas as residências. Uma considerável parcela das residências existentes é atendida por um sistema simples de distribuição de água por gravidade proveniente de um poço e uma caixa d'água, conforme Figura 14.



Figura 14 – Imagem do único poço artesiano que, por gravidade, distribui água a uma parcela da comunidade do ABE – Zé Doca, Maranhão.

Em outras fontes coletoras de água, identificadas na Figura 15, utilizadas para consumo da população foram facilmente percebidas as inadequadas condições de uso, além, da ausência de tratamento. Porém esta percepção das inadequadas condições de uso muitas vezes não é percebida nas falas dos entrevistados e/ou dos residentes das casas, onde foram coletadas as imagens, que insistiam em oferecer desculpas na tentativa de justificar a presença de lixo e até mesmo insetos localizados dentro dos poços.

Um grande exemplo do negativo tratamento dedicado a essas fontes é registrado na Figura 16 onde visivelmente localiza-se a presença de um anfíbio (sapo) e diversas peças de isopor flutuando nas águas do poço cacimbão que ainda são utilizadas para o consumo dos moradores da casa e de alguns outros vizinhos que apenas comentaram sobre a necessidade de retirar o lixo existente para continuidade do uso do poço em questão.



Figura 15 – Fontes de água do assentamento rural Boa Esperança, destacando-se a lavagem de vasilhames na bordadura e a presença de folhas e materiais estranhos no interior do poço cacimbão em uso. Zé Doca, Maranhão



Figura 16 – Imagem da presença de lixo e de um anfíbio (sapo) localizado dentro do poço cacimbão ainda em pleno uso no ABE – Zé Doca, Maranhão.

O tratamento químico da água usada nas residências é ausente quando as fontes são os poços cacimbões, cisternas, ou outras, porém existe uma esporádica e não controlada tentativa de desinfecção, ou seja, remoção de microrganismos presentes na água distribuída por gravidade através da adição de cloro direto na caixa d'água. Esta tentativa não demonstrou maiores efeitos de acordo com análises coletadas, observadas na Figura 17, durante este trabalho.



Figura 17 – Imagens de coleta de amostras de água do poço artesiano do assentamento rural Boa Esperança – ABE - Zé Doca, Maranhão.

As condições sociais, ambientais e de uso da água nos chamaram a atenção indicando que apesar da situação de organização da comunidade, infraestrutura, proximidade com a sede do município, a presença de entidades civis e religiosas na área do assentamento, é visível o comportamento dos entrevistados que indicam uma percepção distorcida da realidade em que vivem no tocante a importância do uso de água potável em suas residências e sua relação com a saúde e conseqüente qualidade de vida da comunidade. A identificação da postura da comunidade impulsionou a necessidade de uma ação da educação ambiental crítica e incentivaram ainda mais a proposta do tratamento alternativo de água – Tubo UV.

3.1.3 Terceira etapa – Sensibilização e fomentação da temática do uso da “água potável x saúde humana” e identificação dos demais grupos interessados na pesquisa

Após o item anterior onde foi justificada a necessidade de intervenção de ação da Educação Ambiental Crítica junto à comunidade do assentamento rural Boa Esperança e sua caracterização sócio-ambiental, foi convidada toda a comunidade do assentamento e demais grupos interessados a participarem efetivamente da pesquisa. Neste momento, também, identificamos as lideranças comunitárias, principalmente as residentes no assentamento e reforçamos o convite de participação objetivando-se a formação de futuros multiplicadores e integrantes das ações de sensibilização propostas na pesquisa.

Para a articulação do espontâneo e participativo diálogo dos diferentes saberes entre os pesquisados e pesquisadores foram harmonicamente discutidas a execução de diversas

dinâmicas de sensibilização que a princípio obedeceram a um planejamento da equipe de pesquisa, quando ainda das primeiras reuniões e observações da realidade e particularidades locais. Ao longo dos diversos encontros com os grupos interessados na pesquisa e a comunidade pesquisada este planejamento foi sempre que necessário adequado e readequado mediante movimento de ação-reflexão que nortearam os caminhos percorridos.

Um permanente ambiente participativo, criado desde a formação da equipe de pesquisa, com instigação do exercício crítico e reflexivo do pensamento foi o maior desafio encontrado para a efetivação das 07 (sete) reuniões de sensibilização, 01(uma) visita a Estação de Tratamento de Água – ETA Italuís, 02 (dois) seminários, 03 (três) oficinas de construção de Tubos UV e 01 (uma) oficina de instalação, adaptação e uso dos Tubos UVs, além de diversos encontros, que constituíram a relação das ações educativas desenvolvidas.

Durante os encontros nos apoiamos em diversos recursos didáticos, entre eles os audiovisuais (cavaletes, projetor multimídia - data show, filmadora, máquina fotográfica), entre outros. Alguns desses momentos foram filmados para apoio da pesquisa e desenvolvidos com a aplicação e adaptação de técnicas de dinâmicas de grupo entendendo que as mesmas “são instrumentos eficazes para compartilhar experiências e produzir um ambiente amigável, favorável à construção coletiva do conhecimento, bem como a relação entre a teoria e a prática” (MINIMUCCI, 2002).

3.1.3.1 Seminário com lideranças do assentamento rural Boa Esperança para sensibilização e discussão sobre o tratamento de água e doenças de veiculação hídrica e realização da 2ª oficina de construção e adaptação dos Tubos UVs, utilizando-se de materiais regionais, em setembro de 2011

Em setembro de 2011, na sede da Associação dos trabalhadores da Vila Boa Esperança, retratada nas Figuras 18 e 19, promoveu-se um seminário no assentamento onde se objetivou uma maior aproximação para com as lideranças da comunidade pesquisada. Neste seminário, seguindo-se as orientações de Gil (2010) procuramos recolher as propostas dos participantes e as contribuições da equipe de pesquisa ampliando as discussões e elaboração das ações educativas. Importante registrar como destaque os nomes de 04 (quatro) residentes que demonstraram maior acessibilidade e popularmente conhecidos como Luis, Gilvan, Claudio e Carlos.

Para melhor abordar a temática central do uso da água potável x saúde humana e discutir propostas de intervenção, aplicou-se a dinâmica de grupo trabalhada por Minimucci (2002) denominada de “Técnica de Discussão Livre” adaptada ao público, sendo escolhida por caracterizar-se como uma reunião informal que estimula, critica e sugere reflexões ao entorno de alternativas para solução de problemas.



Figura 18 – Imagem de líderes e assentados da comunidade, em setembro de 2011, na Associação dos Trabalhadores da Vila Boa Esperança durante dinâmica de sensibilização e 2ª oficina de construção de Tubo UV. Zé Doca, Maranhão, Brasil.

A 2ª oficina de construção do Tubo UV, realizada na mesma semana do seminário com as lideranças, nos permitiu, com a participação de um número intencionalmente reduzido de 14 pessoas, oferecermos uma maior explanação da técnica de adaptação do tubo para com aqueles que se mostraram possíveis multiplicadores.



Figura 19 – Imagem de líderes e assentados da comunidade, destacando-se a presença (imagem à direita) do Sr. Luis que apresentou grande interesse e habilidade na confecção do Tubo UV, em setembro de 2011, na Associação dos Trabalhadores da Vila Boa Esperança durante dinâmica de sensibilização e 2ª oficina de construção de Tubo UV, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Vale destacar, entre os presentes, o entusiasmo do Sr. Luis, responsável pela associação dos trabalhadores, e do Sr. Gilvan, responsável pela manutenção do sistema de abastecimento anteriormente citado, fato este que pode justificar a desenvoltura demonstrada e a dedicação que fizeram com que os mesmos espontaneamente e insistentemente nos acompanhassem em todas as intervenções realizadas na sede do assentamento ou em outro local.

3.1.3.2 Demonstração da operacionalização de tratamento convencional de água – viagem para visita, em dezembro de 2011, a Estação de Tratamento de Água - ETA do Sistema Italuís da CAEMA– Participação da equipe de pesquisadores, líderes comunitários e multiplicadores da ABE

Desde o início da conversação para com a comunidade do assentamento evidenciou-se que seus líderes e alguns moradores possuíam o desejo de conhecerem pessoalmente um sistema de tratamento convencional de água presumindo-se sinais resultantes das dinâmicas de sensibilização que enfatizaram os diversos tratamentos de água. Esse fato nos chamou a atenção pelo interesse demonstrado e pelas possibilidades de construção do conhecimento considerando as muitas informações complementares que uma visita a uma Estação de Tratamento de Água - ETA poderia trazer.

A pesquisa-ação difere-se por sua flexibilidade no planejamento das ações por ser conduzida em função das avaliações e considerações dos participantes diante análise dos resultados da ação-reflexão. Mesmo não havendo, a princípio, programado uma viagem para na prática perceber a complexa operacionalização de uma ETA, resolvemos atender o manifesto dos pesquisandos entendendo a importância pedagógica da ação e assim foi formado um grupo que em dezembro de 2011 visitou a ETA – Sistema Italuís, destacada nas Figuras 20, 21, 22, 23 e 24 (págs. 47 a 49).



Figura 20 – Imagem da entrada principal da Estação de Tratamento de Água ETA – Italuís da CAEMA e de parte da equipe, composta por moradores do ABE, que realizaram uma visita ao sistema de tratamento convencional de água localizado em São Luis - Italuís, Maranhão, Brasil.



Figura 21 – Imagem dos alunos bolsistas, integrantes da equipe de pesquisadores, da técnica responsável pela operacionalização do Sistema Italuís e funcionários do Sistema Autônomo de Água e Esgoto - SAAE da cidade de Codó em visita ao sistema de tratamento convencional de água localizado em São Luis, Maranhão, Brasil.



Figura 22 – Imagem do rio Itapecuru, fonte captora de água para a ETA, e da plataforma de elevação com uma de suas 06 (seis) bombas sucçoras utilizadas nas operações de elevação e de captação de água para alimentação do sistema de tratamento convencional de água, Italuís, localizado em São Luis, Maranhão, Brasil.



Figura 23 – Imagem de alunos da Casa Familiar Rural do ABE, de parte dos tanques de separação da ETA e do ônibus do Campus Zé Doca-IFMA gentilmente cedido para condução à visita no sistema de tratamento convencional de água, Italuís, localizado em São Luis, Maranhão, Brasil.



Figura 24 – Imagem da casa de força responsável em suprir a enorme demanda de energia elétrica para movimentação dos equipamentos elétricos da ETA-Italuís e dos últimos tanques de separação onde já supostamente se encontra água indicada para uso, sendo necessária esta confirmação em teste de laboratório para liberação da água para o duto de distribuição que percorre 56 km até São Luis, Maranhão, Brasil.

O grupo formado para visita foi constituído de alunos residentes no assentamento, entre eles os pertencentes à Casa Familiar Rural, líderes e moradores, além de parte da equipe de pesquisa que foram recepcionados por representantes do sistema de tratamento de água denominado Italuís, pertencente ao governo do estado e gerenciado pela CAEMA. Integramos, também, a equipe de visita o Diretor Geral e o químico responsável pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto – SAAE do município de Codó, localizado a 300 km da cidade de Zé Doca, atendendo solicitação da prefeitura que já havia recebido informações e demonstrado interesse na realização desta pesquisa quando de nosso estagio pedagógico no SAAE daquela cidade.

Nas Figuras 20 a 24, anteriormente visualizadas, contemplamos aspectos do sistema, da plataforma de elevação, da área de tratamento, do rio Itapecuru fonte captadora, da casa de força (energia elétrica) e da equipe que visitou a ETA-Italuís responsável pelo abastecimento de água potável para 50% da população da capital do Estado.

A Estação de Tratamento Convencional de Água – ETA Italuís é parte integrante do Sistema de Abastecimento de Água de São Luís, composto de 02 (duas) Estações de Tratamento de Água Convencional (Italuís e Sacavém), 02 (duas) Estações de Tratamento de Água com Fluxo Ascendente (Olho D'Água e Cururuca) e 312 (trezentos e doze) poços tubulares profundos. Fica localizado no Km 56 da BR 135 com expressivos e interessantes custos de manutenção, destacando os relacionados ao consumo de energia com média mensal de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais por mês).

Essas e outras inúmeras informações foram repassadas aos visitantes que registraram, perguntaram, discutiram e vislumbraram a operacionalização de um grandioso sistema convencional de tratamento de água constatando na prática parte dos conhecimentos repassados nos encontros.

Posteriormente e em conjunto foi possível fazer uma discussão sobre as informações obtidas na visita permitindo ao grupo importantes reflexões sobre o Tratamento Convencional de Água via Estação de Tratamento. Essa ação de sensibilização permitiu aos pesquisados e pesquisadores, na prática, perceberem a complexidade operacional do tratamento e os seus elevados e significativos custos financeiros que inviabilizam o acesso a comunidades de baixa renda a esse sistema de tratamento de água, justificando ainda mais a busca de alternativas para a obtenção e distribuição de água potável.

3.1.3.3 Reunião de sensibilização e reflexão quanto à necessidade do uso de água tratada e apresentação do Tubo UV aos agentes de saúde do município de Zé Doca - Participação dos multiplicadores do ABE, em Janeiro de 2012

O encontro, visualizado na Figura 25, com o apoio do Bispo da paróquia foi realizado no Centro Pastoral Diocesano da Igreja Católica de Zé Doca, em janeiro de 2012, reunindo os 04 (quatro) líderes destacados do assentamento, toda a equipe dos agentes comunitários de saúde do município e a equipe de pesquisa. Apresentamos no momento um protótipo do Tubo UV e abriu-se uma livre e vasta discussão sobre as condições de saúde preventiva no município e a sua relação com a oferta de água tratada.



Figura 25 – Imagens do Tubo UV e do Centro Pastoral da Igreja Católica comandado pelo Bispo Dom Carlo que demonstrou grande interesse na pesquisa e nos apoiou cedendo espaço físico e equipamentos didáticos para ação de sensibilização dos agentes de saúde do município de Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Para condução da reunião, retratada na Figura 26 (pág. 52), adaptamos a dinâmica de grupo da “Técnica de Discussão de Phillips ou 6/6” que, segundo Minimucci (2001), consiste em dividir o grupo formando subgrupos compostos de 06 pessoas e disponibilizar 06 minutos para interação entre os mesmos apresentando sugestões, inquietações, reflexões e críticas ao entorno de um tema que é posteriormente discutido no grande grupo. A técnica intencionou principalmente a permuta de ideias que pudessem ser aproveitadas no planejamento das demais atividades da pesquisa, a exploração de visões pluridimensionais do assunto abordado, a liberação de inibições, maiores informações sobre o interesse do grupo e análise de soluções e problemas em ambiente informal, participativo e reflexivo.



Figura 26 – Imagens da ação de sensibilização de grupos interessados na pesquisa, entre eles os agentes de saúde do município de Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Foi possível dividir informações da realidade que detinham apenas os agentes de saúde por terem os mesmos um acesso aos lugares mais longínquos da zona rural do município que em seus depoimentos encontra-se desassistida em relação à oferta de água tratada. Ao final podemos ouvir relatos que sinalizavam maior compreensão da situação local quando os próprios agentes livremente começaram a descreverem casos gravíssimos de doenças que eram registradas pelos mesmos e visivelmente tinham como fonte principal a veiculação hídrica de organismos patogênicos.

Ao exemplo dos relatos e comportamentos mais notados, referendamos a participação de uma integrante do grupo que após apresentação de imagens que mostravam as doenças ocasionadas pelo uso indevido de água não potável emocionou-se e com lágrimas descreveu um caso que acompanhou. Falou a integrante que uma família residente na região da Ebenézia, zona rural do município de Zé Doca, encontrava-se em situação lamentável com duas crianças sofrendo grande infestação do helminto *Ascaris lumbricóide* e que apesar de já haver disponibilizado medicamentos sentia a necessidade de medidas urgentes de acompanhamento do caso emocionando-se quando narrou toda a situação, inclusive, da possibilidade de óbito de uma das crianças. Ao final, informou que iria mais uma vez pedir intervenção das autoridades locais para melhoria das condições de acesso a água tratada da localidade e nos indagou sobre a análise da possibilidade de atendimento desta família com a pesquisa e implantação de uma unidade do Tubo UV.

3.1.3.4 Reunião de sensibilização, em fevereiro de 2012, quanto à necessidade do uso de água tratada e apresentação do Tubo UV aos agentes do programa de saúde da família - PSF do município de Zé Doca – participação dos multiplicadores do ABE

Já em função da veiculação das propostas da pesquisa, a Secretaria de Saúde do município nos fez um convite para que no auditório da Prefeitura de Zé Doca apresentássemos uma discussão da proposta do Tubo UV para integrantes do Programa de Saúde da Família - PSF. O convite foi atendido em fevereiro de 2012, conforme Figuras 27 e 28, onde reunimos o grupo do PSF que é formado por jovens enfermeiros, médicos e outros profissionais da área da saúde recebendo subsídios de recursos federais do Ministério da Saúde.



Figura 27 – Imagens do encontro destinado à sensibilização e difusão da pesquisa junto ao grupo dos agentes do Programa Saúde da Família, realizado no auditório da Prefeitura Municipal, Zé Doca, Maranhão, Brasil.



Figura 28 – Imagens do auditório da prefeitura de Zé Doca, Alunos do curso de Técnico em Saneamento Ambiental, servidores do PSF, e da equipe de pesquisa apresentando o Tubo UV no encontro destinado à sensibilização e difusão da pesquisa, realizado no auditório da Prefeitura Municipal, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Entre todas as reuniões realizadas com os grupos interessados na pesquisa nos foi possível neste encontro, organizar uma discussão mais técnica da situação local dado aos conhecimentos mais técnicos do público no tocante a situação do consumo de água potável em Zé Doca e as dificuldades originadas da relação água x políticas de saúde pública municipal.

Minimucci (2001) nos balizou no trabalho de conversação, aproximação, motivação e reflexão, com suas instruções aplicadas da dinâmica de grupo adaptada da “Técnica de Discussão Livre”. Registra-se neste encontro, realizado em fevereiro de 2012, o pedido de um auxiliar de enfermagem, presente na reunião, que afirmou entender a proposta, colocou-se a disposição para contribuir com a difusão da pesquisa junto aos órgãos competentes e público alvo, mas para tanto, indicou a necessidade de um material didático que pudesse fazer ver o poder germicida do Tubo UV.

Percebemos conforme fala do auxiliar de enfermagem que o “Teste do Santomé”, ou seja, o ver para crer não poderia ser alcançado didaticamente apenas com a exposição de dados em tabelas projetadas, mas essencialmente seria de grande importância outro recurso visual para a composição do material didático que nos acompanhava nos encontros realizados. Diante da situação resolvemos criar um vídeo que nos auxiliou na exibição do processo de eliminação de microorganismo da água tratada pelo Tubo UV.

3.1.3.5 Elaboração, em março de 2012, de recurso didático para demonstração prática do efeito da radiação UV em protozoários produzidos no laboratório do Câmpus Zé Doca

Para visualização do poder germicida foi produzido um vídeo onde o efeito da radiação UV é detalhadamente demonstrado utilizando-se o Tubo UV, para tanto, antes foi preciso, com auxílio da equipe de pesquisa, priorizando a participação de nossos discentes e o apoio da professora de biologia Allynne Avyla, realizar em laboratórios do Câmpus Zé Doca a preparação de cultura que permitisse o crescimento de protozoários.

Reunindo microscópio, água destilada, alface, fezes de galinha e fibras de coco, entre outros materiais e equipamentos, exemplificados na Figura 29, foram preparadas infusões para produção de protozoários em garrafas de plástico que são amostradas na Figura 30.



Figura 29 – Imagens de alguns materiais utilizados para infusão e produção de protozoários para teste de comprovação germicida do Tubo UV – Zé Doca, Maranhão, Brasil.



Figura 30 – Imagens de garrafas de plástico com infusões a espera de sinais da produção de protozoários para teste, em laboratório do Câmpus Zé Doca-IFMA, de comprovação germicida do Tubo UV, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Antecipadamente descartou-se a possibilidade do uso de protozoários com elevado grau de contaminação e dificuldade de manuseio, optando-se por trabalhar com *Paramercium* sp. que é ciliado e por seu movimento rápido e característico ao microscópio.

Posteriormente, em março de 2012, uma amostra da infusão com o protozoário citado foi levada ao Tubo UV e iniciado o processo de tratamento da amostra utilizando-se de microscópio e filmadora que permitiu a produção de vídeo visualizando as etapas e poder germicida da radiação UV.

Esse material foi de elevada importância e nos acompanhou em todas as demais palestras e encontros ampliando o poder de sensibilização ao entorno da proposta de tratamento alternativo da água e causando sensações diversas nos pesquisados quando visualizavam os movimentos dos microorganismos e o efeito da radiação UV. Alguns outros companheiros professores e pesquisadores que acompanhavam a pesquisa solicitaram acesso ao vídeo e para atendimento da demanda o disponibilizamos no endereço abaixo: **“<https://www.youtube.com/watch?v=GM39wWarNKc&list=PLXTN46ttzr8K1Ulj9cQVUpq8JMuRXleuC>”**

As imagens que se seguem, nas figuras adiante, representam as fases que constituem o vídeo em questão, porém, reconhecemos que despertam um efeito de sensibilização limitado por não podermos perceber os movimentos dos protozoários antes e após radiação UV.

Apresentamos nas Figuras 31, 32, 33 e 34 (págs. 57 a 59) as etapas principais da produção do vídeo objetivando, nos detalhes, tentar reproduzir aos leitores a sensação positiva causada aos pesquisados do efeito germicida do tratamento de água via Tubo UV quando os mesmos visualizavam, nos encontros, as imagens no vídeo.



Figura 31 – Imagens da bancada do laboratório de microbiologia do Câmpus Zé Doca, microscópio e (à esquerda) recipiente com água contaminada com a presença de protozoários no momento em que é retirada uma amostra para teste do poder germicida do Tubo UV em filmagem para confecção de vídeo educativo realizado em Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Descartou-se, para maior segurança do manuseio durante filmagem preservando-se a integridade de toda a equipe, a possibilidade do uso do miracídio, larva do verme *Schistosoma mansoni*, mesmo tendo movimento ciliado, pois ele poderia provocar malefícios e danos em um possível incidente. Esse verme é causador da doença popularmente conhecida como “barriga d’ água” ou Esquistossomose.



Figura 32 – Imagens do momento em que uma amostra da água contaminada é colocada na lamina e conduzida ao microscópio para visualização dos microorganismos presentes e em livre movimentação. Ao lado direito a visível e considerável presença desses microorganismos em filmagem realizada no laboratório do Câmpus Zé Doca para sensibilização do poder germicida do Tubo UV em filmagem e confecção de vídeo educativo realizado em Zé Doca, Maranhão, Brasil.



Figura 33 – Imagem do momento em que uma lamina contendo amostra da água contaminada é colocada no interior do Tubo UV que (á direita) tem acionada sua lâmpada UVC e fechado para que a radiação UV inativasse os microorganismos provocando danos em seu DNA. Trabalho realizado no laboratório de microbiologia do Câmpus Zé Doca para sensibilização quanto ao poder germicida do Tubo UV em filmagem e confecção de vídeo educativo realizado em Zé Doca, Maranhão, Brasil



Figura 34 – Imagem da visualização, no microscópio, da lamina retirada do Tubo, após receber radiação UV, mostrando a presença de microorganismos inativados, sem movimentação por efeito do poder germicida do Tubo UV. Trabalho realizado no laboratório de microbiologia do Câmpus Zé Doca para sensibilização do poder germicida do Tubo UV em filmagem e confecção de vídeo educativo realizado em Zé Doca, Maranhão, Brasil

3.1.3.6 Realização, em março de 2012, da 3ª oficina de construção do Tubo UV e reunião de sensibilização e reflexão quanto à necessidade do uso de água tratada - Alunos de Licenciatura em Química – Plano de Formação de Docentes/PARFOR do Câmpus Zé Doca/IFMA e multiplicadores do ABE

Ainda no mês de março de 2012 realizamos mais uma reunião de sensibilização e a 3ª e última oficina de construção e adaptação do Tubo UV, registrada nas Figuras 35 e 36 (pág. 60). Utilizamos do espaço do Câmpus Zé Doca onde participaram nossos alunos do curso de Licenciatura em Química do Plano de Formação de Docentes do MEC/IFMA.

Para a reunião de sensibilização lançamos mão da dinâmica de grupo adaptada da Técnica de Discussão Livre, sendo os discentes convidados a participarem da discussão por serem potenciais multiplicadores, tendo em vista, já exercerem a docência em diversas cidades que constituem a região do Alto Turi. Acompanharam a oficina diversos moradores do assentamento rural Boa Esperança destacando-se os líderes que já nos acompanhavam e, inclusive, já demonstrando habilidade e auxiliando os demais na construção do protótipo.



Figura 35 – Imagens da reunião de sensibilização da temática “água potável x saúde humana” com a participação de residentes e lideranças do ABE, equipe de pesquisa e alunos do curso de Licenciatura em Química do PARFOR realizada no Câmpus do Instituto Federal do Maranhão, Zé Doca, Maranhão, Brasil.



Figura 36 – Imagens da 3ª Oficina de construção e adaptação do Tubo no momento em que um dos bolsistas, integrante da equipe de pesquisa realiza medição e perfuração dos orifícios necessários para junção do módulo receptor da lâmpada UV e do módulo receptor do reator usado para acionamento do equipamento. Ação realizada no Câmpus do Instituto Federal do Maranhão – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Promovemos neste período o sorteio das residências onde seriam posteriormente

instalados dos Tubos UVs sendo contempladas as casas dos proprietários que chamaremos de Sr. Francisco (S. Chico), Gilvan, Raimundo, Luis e na Casa Familiar Rural da comunidade.

A necessidade do sorteio se deu em função do grande número de residentes que pleiteavam a instalação, sendo a Casa Familiar Rural não sorteada e decidida por todos favorecê-la em função dos alunos que dela se utilizam constantemente e contam apenas com um ponto de água para consumo sem tratamento de água.

Algumas dessas residências sorteadas eram também, coincidentemente, moradias de alguns alunos da equipe de trabalho, bolsistas do PIBIC-Jr, que movidos pelo desejo de suas famílias verificarem o funcionamento dos equipamentos antecipadamente e de forma não oficial instalaram alguns destes Tubos UVs confeccionados durante a 3ª oficina. Os demais equipamentos foram posteriormente de forma oficial instalados em evento programado para a participação da comunidade em geral e na subseção 3.1.3.8 detalhado.

3.1.3.7 Reunião, em abril de 2012, de sensibilização quanto à necessidade do uso de água tratada e apresentação do Tubo UV a crianças da Casa Familiar Rural município de Zé Doca – Participação dos multiplicadores do ABE e agricultores locais

No espaço da Casa Familiar Rural, exibida nas Figuras 37 e 38, localizada no assentamento rural Boa Esperança se promoveu o primeiro encontro oficial com um segmento muito importante da comunidade estudada que foram as crianças residentes no assentamento considerando serem elas o grupo de maior fragilidade em relação às doenças causadas por meio hídrico contaminado.

Estiveram conosco, em abril de 2012, representantes de 02 aldeias indígenas locais, moradores do assentamento e as crianças da escola municipal Raimundo Abreu da Silva, localizada no próprio assentamento oferecendo ensino de 1ª a 4ª série do ensino fundamental

Para a sensibilização direcionada exclusivamente as crianças envolvidas foram destinados 03 (três) encontros, onde em um destes, foi realizada uma oficina de desenho e pintura dispondo de materiais lúdicos e educativos acerca do tema água e saúde de forma divertida e dinâmica. Em um segundo momento, reuniu-se no perímetro do assentamento Boa Esperança, o grupo em uma coleta de materiais reutilizáveis, tais como garrafas PET, revistas, embalagens de alumínio, tecidos, entre outros.



Figura 37 – Imagens de um dos encontros realizados com alunos da escola municipal Raimundo Abreu da Silva, localizada no assentamento rural, durante atividade educativa de oficina de desenho e pintura retratando o uso de água potável e sua importância para saúde. Reunião realizada na Casa Familiar Rural do ABE – Zé Doca, Brasil.



Figura 38 – Imagem de crianças do ABE em atividade educativa abordando a temática da pesquisa e a direita a visualização de uma discente bolsista, integrante da equipe de pesquisa, que muito contribuiu para as atividades relacionadas à sensibilização das crianças tendo, inclusive, aprovado projeto junto ao PIBIC-Jr, orientado por nós, que tratava desta ação. Reunião realizada na Casa Familiar Rural do ABE, Zé Doca, Brasil.

Os materiais recolhidos foram utilizados para realização de uma segunda oficina de teatro e música, na qual as crianças participaram ativamente da construção e apresentação de uma mini-peça de teatro e de música acerca do tema pesquisado. Utilizamos 03 (três) vídeos que nos auxiliaram e deram uma dinâmica participativa e interessante na perspectiva de sensibilização das crianças.

Os vídeos reproduzidos foram selecionados na internet por possuírem linguagem apropriado às crianças público do encontro e por serem de livre acesso. O primeiro foi produzido pela Fundação Florestal, Programa Criança Ecológica do Governo do Estado de São Paulo e nos auxiliou no trato das questões ecológicas de preservação e contaminação dos mananciais hídricos. O segundo vídeo explorado foi produzido por Andrea Lemos (2001) e exemplifica o ciclo da água ao mesmo tempo em que trata de questões importantes, tais como, desperdício da água tratada, Estação de Tratamento de Água e Esgoto (ETA E ETE) entre outras. O terceiro vídeo apresentado foi o da Turma da Mônica, intitulado, “Economizar Água” de autoria de Marcio Araújo e trata da necessidade de economizar o líquido precioso de forma muito divertida e com linguagem conveniente que nos serviu de suporte para a sensibilização promovida.

3.1.3.8 Oficina de instalação dos Tubos UV realizada, em maio de 2012, no assentamento rural Boa Esperança

Após 03 oficinas de construção e adaptação, seminário e reuniões de sensibilização e evidenciada a conquista da confiança, visível percepção de entendimento da proposta por parte da comunidade reforçando a parceria decidimos em comum acordo, com os mesmos, realizarmos, em maio de 2012, a oficina de instalação dos Tubos UV no assentamento para continuidade da investigação.

Nas Figuras 39 a 42 (págs. 64 a 67) são amostrados alguns dos Tubos UVs já instalados nas residências sorteadas, onde podemos, de acordo com a legenda, perceber algumas das adaptações que foram realizadas para a implantação e funcionamento ideal dos Tubos UVs. Durante o trabalho vivenciamos diversas situações, destacando-se que nas residências onde os moradores possuíam maior poder aquisitivo, ao exemplo da casa do Sr. Francisco, a aparência do tubo instalado causou inquietações nos proprietários da residência achando como solução a reinstalação realizada na parte externa da casa/cozinha.

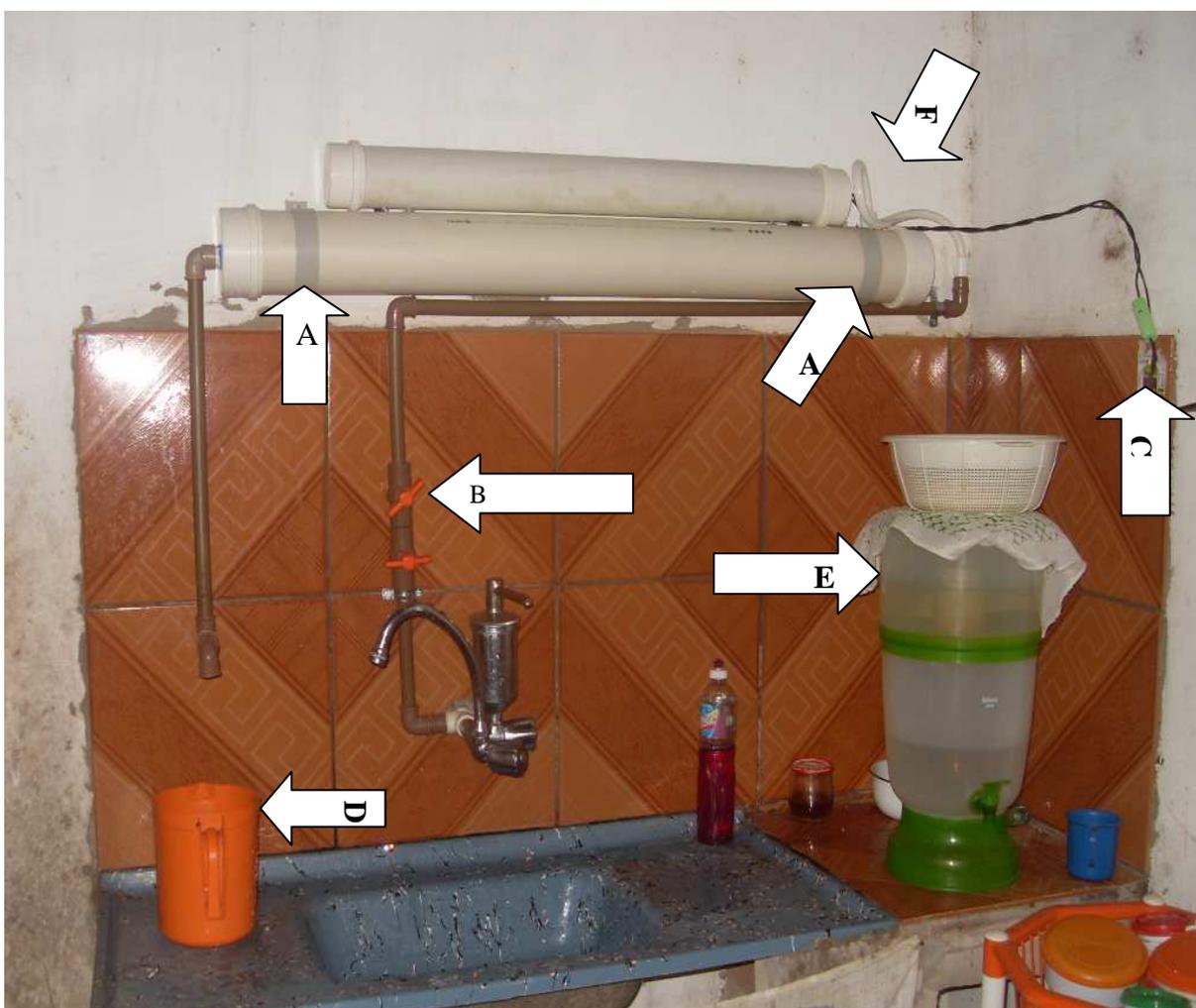


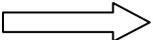
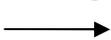
Figura 39 – Imagens do Tubo UV instalado na residência do Sr. Gilvan, localizada no assentamento rural Boa Esperança, amostrando as adaptações necessárias para instalação do Tubo de acordo com seguinte a legenda: (A) Abraçadeiras para fixação com 04 parafusos e buchas, (B) Registro de controle de vazão da água para ideal radiação UV, (C) Fiação elétrica e interruptor acionador da lâmpada UV, (D) Recipiente para coleta de água tratada, (E) Recipiente para guarda da água tratada e (F) Tubo de ligação flexível plástico. Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Para instalação na casa do Sr. Gilvan, responsável pela manutenção do sistema de distribuição de água do assentamento, foi necessário a aquisição de 02 (duas) abraçadeiras e 04 (quatro) parafusos com buchas (A) para afixação, do Tubo UV na parede, sobre o balcão (pia) da cozinha em função de ser este o ponto mais próximo para coleta da água e escolhido pelo morador.

A regulagem do fluxo da água para o tempo necessário a ideal radiação foi uma das dificuldades encontradas e resolvidas com dois registros de passagem (B) instalados próximo a saída da água direcionada ao Tubo UV. Um dos registros é usado para manter permanentemente a regulagem do fluxo, enquanto o outro, localizado logo acima do primeiro é usado para abertura e fechamento da passagem da água tratada.

A alimentação elétrica do equipamento foi resolvida, em função da proximidade do ponto de energia, com a aquisição de apenas 02 metros de fio e um interruptor (C) que acionaram o reator e lâmpada UV permitindo seu funcionamento. Adquirimos e doamos um pequeno recipiente (D) recém comprado e ainda não usado para a coleta da água já tratada e o próprio morador adquiriu outro (E) recipiente de maior volume, tipo filtro sem velas, para a guarda da água tratada. Para a entrada da água, não tratada, no interior do Tubo UV foi preciso fazer uma significativa adaptação considerando o ângulo elevado do percurso, encontrando-se para a necessária resolução deste problema a conexão com um (F) Tubo de ligação flexível plástico de ½" x 30 cm que, também, é utilizado nas ligações de caixa de descarga suspensas em banheiros.



Figura 40 - Imagens do Tubo UV instalado na residência do Sr. Raimundo, localizada no assentamento rural Boa Esperança demonstrando o percurso da entrada da **água ainda não tratada**  e o percurso da saída da **água já tratada**  durante processo alternativo de tratamento via Tubo UV. Zé Doca, Maranhão, Brasil.

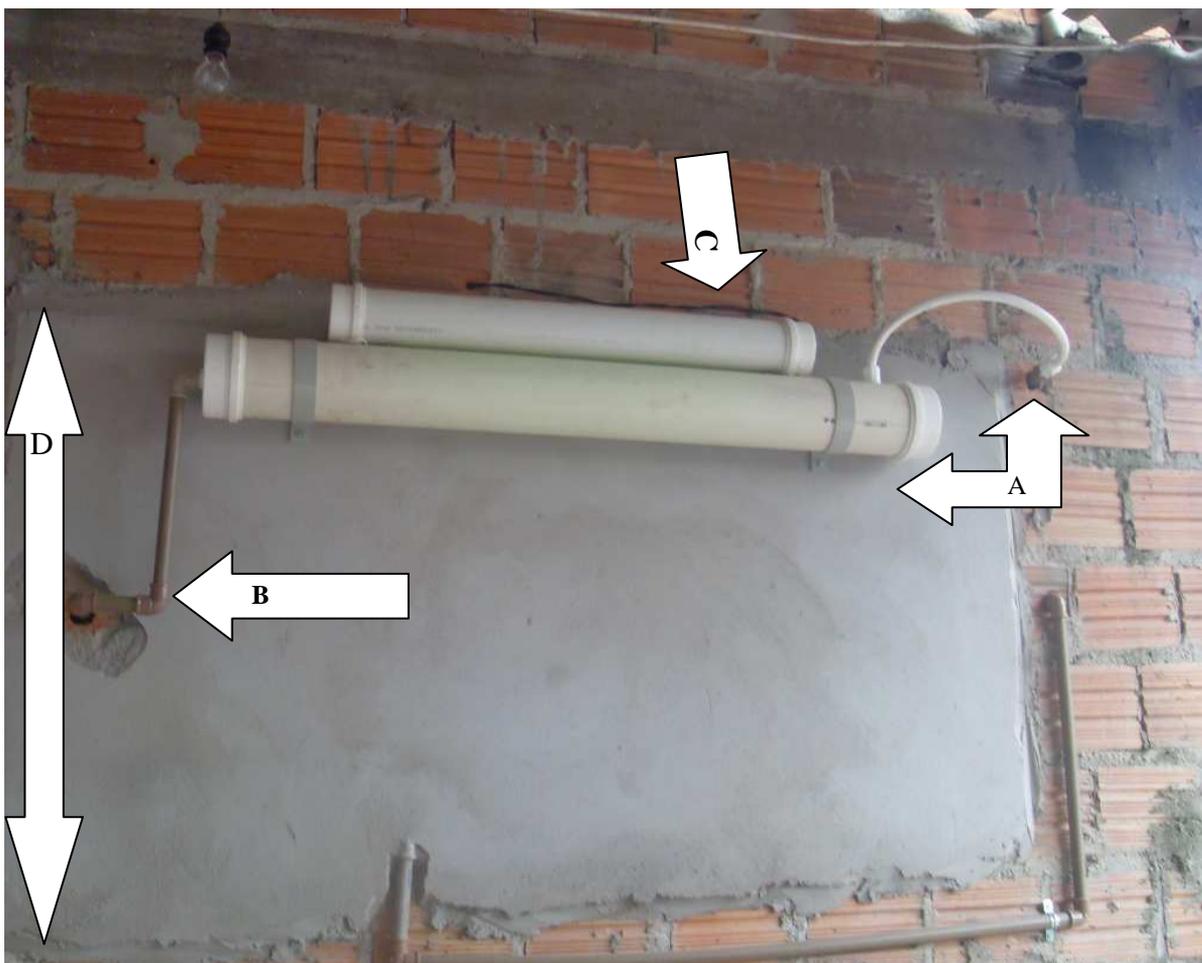


Figura 41 – Imagens do Tubo UV instalado na residência do Sr. Francisco e fixado na parte externa revestida da residência (D), mostrando a entrada de água não tratada para o equipamento (A), entrada da água já tratada para o interior da residência (B) e parte da fiação elétrica que alimenta a lâmpada UV (C) com controle do acionamento no interior da casa por solicitação do próprio morador que, inicialmente, julgou não muito atraente o designe do protótipo. Casa localizada no ABE – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

O designe do Tubo UV pode ser para algumas pessoas, principalmente as mulheres, um ponto não muito atraente considerando que o mesmo, a princípio, pode não se adequar ou incorporar a área escolhida para sua fixação mudando aparentemente o visual do espaço. Esta situação, conforme anteriormente relatamos, foi vivenciada e discutida quando da instalação do equipamento na casa de um dos moradores sorteados.

Para solução do impasse investimos no revestimento (reboco) de um pequeno espaço na área escolhida (área externa da parede da cozinha) para fixação fazendo com que todo o equipamento não fosse visualizado na parte interna acima do balcão (pia) da cozinha, localizando no interior da residência, apenas, o sistema elétrico de acionamento e o ponto de coleta de água já tratada.



Figura 42 – Imagens do Tubo UV instalado na Casa Familiar Rural, a princípio, não sorteada para instalação do equipamento, mas, posteriormente unanimemente contemplada para o recebimento considerando ser necessário o atendimento de alunos que residem no espaço. Casa localizada no ABE – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Nas visitas realizadas posteriormente registrou-se a troca dos registros de controle da vazão e de uma lâmpada não identificando o motivo que levou a inutilização da lâmpada, porém, em relação aos registros de controle de vazão constatou-se a necessidade de substituição por marca de melhor qualidade considerando o uso constante.

Ao final podemos afirmar que em função do número pequeno de reparos registrados e da facilidade de instalação dos Tubos UVs verificou-se um custeio de manutenção insignificante no ponto de vista econômico e operacional permitindo o uso por qualquer uma das famílias pesquisadas.

3.1.3.9 Reunião de avaliação final e apresentação, em setembro de 2012, dos resultados e materiais produzidos, para comunidade do assentamento rural Boa Esperança e demais grupos interessados na pesquisa

Este momento é o qual Gil (2010) denomina na pesquisa-ação de fase de “Divulgação dos Resultados” e diz:

A etapa de divulgação dos resultados da pesquisa-ação confunde-se com a de elaboração do plano de ação. Ocorre, porém, que a informação obtida também pode ser divulgada externamente aos setores interessados, por intermédio de congressos, conferências, simpósios, meios de comunicação em massa ou elaboração de relatórios com a mesma formalidade de outras pesquisas (GIL, 2010).

Seguindo os caminhos metodológicos indicados por Gil (2010) resolvemos realizar em setembro de 2012, no assentamento rural Boa Esperança, a reunião final de avaliação das atividades desenvolvidas e uma última visita às residências onde havíamos instalados os equipamentos.

A reunião foi bastante descontraída com um número reduzido de pessoas, estando presentes as lideranças locais e todos os moradores ocupantes das casas onde foram instalados os Tubos UVs, além da equipe de pesquisa e algumas autoridades.

Durante a reunião apresentamos alguns trabalhos acadêmicos, fruto do desenvolvimento das ações educativas, da pesquisa e do incentivo aos nossos bolsistas integrantes da equipe que, conjuntamente, construíram conhecimentos que resultaram em novas percepções da realidade local e fundamentação transcrita em seus trabalhos aprovados e apresentados em eventos importantes.

Após um intervalo de tempo de aproximadamente 04 (quatro) meses entre a instalação dos Tubos UVs e a aplicação dos questionários foi possível acompanhar em alguns momentos o funcionamento dos equipamentos instalados e algumas reações dos pesquisados em função do uso do equipamento.

Um dos pontos mais observados na reunião foi a aceitação e uso do Tubo UV que demonstrou resultados satisfatórios e é exemplificado nas Figuras 43 e 44 que retrata a aparência do equipamento instalado e posteriormente o tratamento e cuidado dedicado ao mesmo. Percebemos na visita que os moradores das residências onde estava presente o Tubo UV compreenderam e aceitaram a inserção da tecnologia de tratamento proposto.



Figura 43 – Imagem do Tubo UV quando recém instalado na residência do Sr. Gilvan e a direita imagem do mesmo equipamento visualizada, em visita posterior, demonstrando a adesivagem realizada para embelezamento do equipamento e percebendo-se aceitação do tratamento de água proposto aos moradores do ABE, Zé Doca, Maranhão, Brasil.



Figura 44 – Imagem do Tubo UV em pleno uso, após 04 meses de instalação, na residência do Sr. Gilvan morador do ABE – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Gil (2010), também, orienta que a pesquisa-ação pode ser divulgada a partir dos dados

que forem surgindo ao longo da execução transformando-os em artigos e/ou outros trabalhos apresentados aos meios de comunicação em massa. Conforme anteriormente descritos apresentamos para os integrantes da reunião de avaliação alguns resultados da pesquisa em forma de trabalhos acadêmicos contemplados em diversos eventos, a saber:

Trabalhos divulgados em encontros em diversas Instituições:

- i – Trabalho apresentado no VI Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica – CONNEPI – Natal (RN) em 2011;
- ii – Trabalho apresentado no VI Fórum de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 2011, Seropédica-RJ;
- iii – Trabalho apresentado na 64ª Reunião Anual da SBPC – UFMA, em São Luis-MA, 2012.

Trabalhos divulgados em encontros do Instituto Federal do Maranhão:

01 – Orientando - Kássia Fernanda Florêncio de Oliveira.

Tema - Uso de mecanismos alternativos de tratamento de água - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC IFMA/CNPq/FAPEMA - EDITAL Nº 17 de 15 de agosto de 2011.

02 – Orientando - Gabriel Carvalho Gomes.

Tema - Uso do sistema de tratamento de água baseado em ultravioleta – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC EM/CNPq 2010/2011 EDITAL PRPGI nº 30 – 2011.

03 - Orientandos - Soliane Cristina Rodrigues Costa, Adriana Marques Mesquita Leal e Fabrício Morais Machado.

Tema - Sensibilização ambiental e estudo da eficiência de um tratamento de água baseado em ultravioleta em Câmpus do Instituto Federal do Maranhão - Projeto de pesquisa apresentado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC Jr. IFMA, Edital – PRPGI nº 01 de 20 de Janeiro de 2012.

Ao final da reunião direcionamos nossas falas para reforçar aos participantes o sentimento de novas descobertas e de percepção do quanto devemos nos irmanar para em sociedade podemos gerar transformações no meio e que para tanto a Educação Ambiental e a criticidade dos conhecimentos adquiridos é essencial.

Outras falas passíveis de análise, foram muito bem expressadas, entre essas, a insistência de um morador que não aceitava o fato do não atendimento de sua residência com a instalação de um Tubo UV. Essa fala alegrou a toda a equipe ao mesmo tempo em que percebemos que maior esforço poderia ter sido empregado na tentativa de sensibilizá-los ao entorno da proposta dos moradores montarem suas oficinas capazes de produzirem maior número de Tubos UVs para uso na própria comunidade e inclusive para comercialização.

Outros dados foram apresentados e discutidos, enfatizando, a necessidade de continuidade de abordagens da temática tratada por toda a comunidade. Contemplamos os resultados positivos das novas percepções da realidade e, principalmente, das atitudes tomadas para a mudança da realidade que são descritas e exemplificadas na seção adiante denominada de “Resultados e Discussão”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Adiante as discussões dos resultados da ação e da investigação que indicaram a viabilidade técnica do tratamento alternativo de água – Tubo UV adaptado para uso da comunidade pesquisada e as mudanças alcançadas com as ações educativas realizadas são dispostos em três momentos, a saber.

Inicialmente apresentamos, nos Quadros 05 a 09 (págs. 73 a 76) as discussões dos indicadores sociais e ambientais da comunidade pesquisada e sua relação com a acessibilidade a água potável evidenciando a necessidade da pesquisa. Em um segundo momento, nos Quadros 10 a 12 (págs. 79 a 81), disponibilizou-se os resultados dos custos de produção do Tubo UV confeccionados com materiais encontrados no município de Zé Doca e comparados a custos de produção encontrados em outras cidades e Países. No terceiro e último momento destacamos a discussão do desenvolvimento das ações educativas fundamentando-se nas respostas e observações obtidas antes e depois das dinâmicas de sensibilização que, principalmente, permitiram perceber significativas mudanças de percepção da comunidade, quanto à realidade local, originadas dos conhecimentos construídos na perspectiva da educação ambiental crítica e orientados por metodologia da pesquisa-ação.

4.1 Dos Indicadores Sociais e Ambientais da Comunidade Pesquisada e sua Relação com a Necessidade de Acesso a Água Potável

Consideramos ser a disposição de uma comunidade em aceitar ou não uma proposta de intervenção impulsionada diretamente pelo grau de maior ou menor necessidade de melhorias da realidade em que vive esta comunidade.

Os indicadores analisados nos Quadros 05 a 09 (págs. 73 a 76) fazem uma relação das características sociais e ambientais do assentamento rural e a acessibilidade da água potável utilizando-se de estudos realizados Reymão e Saber (2009) quando investigaram a relação entre indicadores socioambientais, principalmente renda, e a necessidade do acesso a água tratada na região Nordeste do Brasil.

Preocupamo-nos em propiciar ao leitor uma visão dos dois momentos de realização das entrevistas quando aplicamos os questionários, considerando que por vezes o entrevistado no primeiro momento não foi o mesmo da segunda entrevista.

Quadro 05 - Características socioambientais, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados, nos meses de setembro de 2011 e 2012, a moradores maiores de 18 anos no assentamento rural Boa Esperança, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Variáveis	Momento	Média	Valor mínimo	Valor máximo
Idade (anos)	Antes	42,31	18	77
	Após	37,44	18	72
Escolaridade (anos)	Antes	5,66	0	18
	Após	6,63	0	18
Renda mensal (reais)	Antes	660,19	100	3000
	Após	503,28	0	2000
Moradores (n) por residência	Antes	4,82	1	10
	Após	4,52	1	9

A variável idade nos indica uma população ainda jovem (média 37 – 42 anos) considerando uma expectativa de vida do maranhense de 68,4 anos que somada à média de tempo de escolaridade nos evidencia a necessidade de diversas intervenções do Estado gerando maiores ações no campo da educação diante da grandiosa lacuna da educação formal presente na formação da comunidade.

Mais explicitamente falando podemos afirmar que o indicador de média de tempo de escolaridade de 05 a 06 anos ilustra uma comunidade constituída de analfabetos e dos que ainda não concluíram o ensino fundamental.

Este retrato é semelhante aos indicadores do Estado que segundo dados do IBGE (2010) abriga uma população formada por 6.574.789 pessoas das quais 48,87%, ou seja, 3.213.208 pessoas com 10 anos ou mais de idade não possuem instrução ou possuem apenas o ensino fundamental incompleto e assim representam 12% da população da grande região Nordeste.

Estudos conduzidos por Reymão e Saber (2009) apontam que com relação ao analfabetismo a chance de acesso à água potável para um domicílio nordestino cujo chefe sabe ler e escrever é 164% maior que o domicílio onde o chefe familiar é analfabeto. Afirmam que 70% dos domicílios nordestinos cujo chefe era alfabetizado tinham acesso à água potável.

Os dados referentes à renda mensal, moradores por residência e renda per capita indicam famílias populosas com renda/domicílio insuficientes a manutenção, constatando-se em alguns casos extremos até mesmo a dificuldade de suprir necessidades básicas de alimentação. Foi, inclusive, encontrada família onde estava o seu chefe familiar desempregado no momento, conseqüentemente, não se registrando renda no domicílio.

Ainda no mesmo estudo realizado por Reymão & Saber (2009) afirmam os autores que “as estatísticas mostraram, em relação à questão do acesso a fontes seguras de água, a existência de uma forte relação recíproca entre a pobreza e a falta de acesso à água potável”.

Quadro 06 - Classes de gênero dos entrevistados, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados, nos meses de setembro de 2011 e 2012, a moradores maiores de 18 anos no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Gênero	Momento			
	Antes		Depois	
	N	%	N	%
Feminino	42	66	47	74
Masculino	22	34	17	26
Total	64	100	64	100

Dados do IBGE (2010) mostram no estado do Maranhão a existência de um número maior de habitantes do sexo feminino superando a população masculina em 51.759 mulheres.

Não nos causou estranheza um percentual indicando, no Quadro 06, uma absoluta maior presença de mulheres entrevistadas, atribuindo este indicador, também, a ocupação da grande maioria das mulheres do assentamento que não desenvolvem atividades fora de suas residências, portanto encontravam-se mais disponíveis quando do momento de aplicação das entrevistas realizadas. Frisa-se que esta situação foi observada como ponto favorável ao desenvolvimento das ações de sensibilização por demonstrarem as mulheres maior

preocupação com a qualidade da água ofertada a família.

Quadro 07 - Presença ou ausência de energia elétrica, antes e após a aplicação das dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados, nos meses de setembro de 2011 e 2012, a moradores maiores de 18 anos no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento			
	Antes		Depois	
	N	%	N	%
Presente	63	98	64	100
Ausente	1	2	0	0
Total	64	100	64	100

De acordo com IBGE (2010) em amostra realizada no censo 2010 apenas um percentual de aproximadamente 4% de domicílios urbanos maranhenses não possuíam acesso a energia elétrica.

A leitura do Quadro 07, onde relembramos ser “N” o número de entrevistados, sugere uma situação mais favorável aos domicílios pesquisados em relação aos domicílios amostrados, pelo IBGE, a nível de Estado quando avalia a presença de energia elétrica em quase 100% das residências do assentamento rural Boa Esperança.

O indicador do percentual de casas atendidas com energia elétrica, acima referenciado, é mais um dos itens que favoreceu a escolha do assentamento rural Boa Esperança como área geográfica da pesquisa, considerando ser este um ponto relevantemente importante e fator limitante a disponibilidade de ponto de energia para instalação do Tubo UV.

Quadro 08 - Falta água nas residências, antes e após a aplicação das dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Antes		Depois	
	N	%	N	%
Não	49	77	40	62
Sim	14	22	21	33
Nunca	01	02	03	05
Total	64	100	64	100

A falta de água em mais de 20% da população, referendada no Quadro 08 (pág. 75), aparentemente pode parecer um ponto positivo se analisado apenas do ponto de vista quantitativo, porém, torna-se um indicador preocupante quando analisado em relação à qualidade desta água distribuída, considerando não haver no assentamento a oferta de um tratamento ideal da água canalizada.

A situação de acesso a água canalizada apontada no quadro acima é mais confortável em relação aos índices encontrados por Reymão e Saber (2009) que indicaram um percentual de 82,2% da população rural brasileira sem acesso a água canalizada enquanto que na região Nordeste apenas 18,3% eram beneficiadas. No mesmo estudo os autores afirmaram que no

Brasil a chance de um domicílio ter água encanada, entendendo aqui como água também potável, é de 84% com o aumento da escolaridade e da renda familiar e situação domiciliar (urbano/rural). No assentamento rural este acesso maior a água aparentemente potável gera acomodação da população que evidencia a necessidade de sensibilização para melhor percepção da real situação.

Quadro 09 – Presença de esgoto a céu aberto próximo a residência, antes e após a aplicação das dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento			
	Antes		Depois	
	N	%	N	%
Não	49	77	55	86
Sim	15	23	9	14
Total	64	100	64	100

Na área geográfica pesquisada toda a água destinada ao consumo da comunidade é obtida de manancial subterrâneo e não possui a presença de nenhuma forma de tratamento ou esgotamento sanitário, seja para captação das águas utilizadas ou para destinação dos dejetos humanos que são unicamente coletados por fossas sépticas. A representação de mais de 75% da população pesquisada afirmando não perceber próxima a sua residência a existência de esgoto a céu aberto é um valioso exemplo que demonstra a distorcida visão da comunidade em relação às condições ambientais em que vivem.

Em estudo realizado para análise de água de manancial subterrâneo conduzido por Silva e Araújo (2003) declaram os autores que no Brasil em função do baixo custo e facilidade de perfuração dos poços a captação de água no aquífero livre, por ser este mais superficial e conseqüentemente mais vulnerável a contaminação é uma prática constante. Ainda dizem que:

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA e ARAÚJO, 2003)

Validando cientificamente suas afirmações, os dados coletados em seus estudos apresentaram contaminação alarmante nas 120 (cento e vinte) amostras de água coletadas, onde foi encontrada a presença de coliformes totais em 90,8% das amostras analisadas.

A análise dos indicadores sociais e ambientais da comunidade pesquisada discutida até o momento foi capaz de evidenciar reais necessidades de intervenção de ação concreta da Educação Ambiental Crítica objetivando intervir nas condições de maior oferta de água potável para uso da comunidade e maior percepção da realidade local.

4.2 Dos Custos Operacionais e Financeiros da Adaptação da Técnica do Tubo UV para Uso da Comunidade Pesquisada

Para conclusão da justificativa e inicial indicação de viabilidade técnica do tratamento alternativo de água – Tubo UV adaptado para uso da comunidade pesquisada nos amparou um comparativo para com o projeto do “UV Tube” que obteve êxito, ofertando tratamento por radiação UV, para atendimento de determinada população rural mexicana que necessitava de tecnologia de desinfecção de água mais acessível e integrada à realidade local.

Destacamos neste comparativo uma renda inferior da população investigada em Zé Doca com média de \$240 a \$315 por mês contra \$300 a \$400 por mês da população estudada na região de Pátzcuro, México, indicando ainda maior fragilidade econômica, da população zedoquense, e igual necessidade de acessibilidade a difusão da tecnologia.

Analisaremos agora a viabilidade operacional e financeira do tratamento por radiação UV adaptado para uso na comunidade pesquisada recordando que os resultados positivos desta ação prática ampararam de forma transversal a proposta de Educação Ambiental Crítica aqui desenvolvida.

Os dados apontam um custo de produção de R\$438,43 (quatrocentos e trinta e oito reais e quarenta e três centavos) para construção de 05 unidades, conforme mostra o Quadro 11 e um custo de **R\$86,69 (oitenta e seis reais e sessenta e nove centavos) por unidade produzida**. Facilmente evidencia-se um menor custo por unidade produzida com uma diferença de R\$7,16 (sete reais e dezesseis centavos) quando comparado ao custo unitário descrito no Quadro 10, mostrando que em uma possível produção em maior escala tendem-se os valores unitários a diminuírem consideravelmente.

A viabilidade de construção do Tubo UV na cidade de Zé Doca foi detectada em dois momentos. Primeiramente, quando da constatação da disponibilidade local de materiais de confecção, inclusive com o comprometimento das lojas de materiais de construção da região que se prontificaram em adquirir e estocar as lâmpadas UVC não encontradas na cidade.

Depois, quando da comparação do valor de R\$86.69 por unidade, resultado desta pesquisa em Zé Doca, para com os valores referendados por Araújo (2008) que no ano de 2008, na cidade de Caratinga, estado de Minas Gerais, determinou um custo de R\$75,55 por unidade confeccionada. Passados 03 (três) anos entre uma e outra determinação de custos que indicou para valores atuais uma pequena **elevação do custo de confecção em 14,75%**, economicamente analisando esta diferença é ainda **inferior a inflação acumulada de 23,89%** no período. A soma da inflação acumulada inicia-se a partir de novembro de 2008 a novembro de 2011 segundo dados apontados pelo Sindicato da Construção Civil – SINDUSCON e Índice Nacional de Custo da Construção – INCC dos quais foram considerados apenas os índices referentes a materiais e equipamentos.

Cohn (2002) fazendo referência ao projeto “UV Tube” desenvolvido na região de Pátzcuaro, México mostrou um custo de \$40 por unidade confeccionada. Em uma conversão de moedas e considerando o dólar ao valor de R\$2,09 teremos um valor de \$41 por unidade produzida em Zé Doca, Brasil, indicando proximidade dos custos amostrados por Cohn (2002) e manutenção dos valores ainda abaixo do INCC.

Materiais de uso permanente, descritos de acordo com o Quadro 12 (pág. 81), foram pesquisados e adequados a necessidade ressaltando-se a igual facilidade de aquisição regional e os valores atualizados com um reajuste de 22,6% que, comparado aos preços praticados por Araújo (2008), permaneceram abaixo do INCC de 23,89% calculado durante o mesmo período anteriormente descrito.

Quadro 10 – Descrição do custo da produção de 01 (uma) unidade do Tubo UV, em maio de 2011, utilizando-se materiais adquiridos na região de Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Descrição do material de consumo	Modelo/dimensão	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (reais)	Valor Total (reais)
Tubos de PVC	100 mm de diâmetro (Ø)	Metro	1,05	5,75	6,04
Tubos de PVC	75 mm de diâmetro (Ø)	Metro	0,65	5,55	3,61
Caps 100 mm Ø	PVC 100 mm Ø	Unidade	02	3,30	6,60
Caps 75 mm Ø	PVC 75 mm Ø	Unidade	02	3,30	6,60
Anéis de vedação	Borracha / 100 mm Ø	Unidade	02	1,10	2,20
Joelhos LR	PVC ½	Unidade	02	1,10	2,20
Nips	PVC ½	Unidade	02	0,50	1,00
Veda rosca	Teflon 12 mm	Unidade	01	3,80	3,80
Bucha de redução roscável	3/4x1/2	Unidade	02	0,55	1,10
Luva com rosca	PVC ½	Unidade	01	1,00	1,00
Torneira/jardim	PVC ½	Unidade	01	2,20	2,20
Mangueira p/ jardim/10m	Flexível ½	Metro	01	1,68	1,68
Fita isolante	Adesiva 20 m	Unidade	01	3,90	3,90
Parafusos	Rosca metal 3/16 x 4 cm	Unidade	02	0,09	0,18
Arruelas	Metal e lisa 3/16	Unidade	04	0,06	0,24
Porcas	Metal / rosca 3/16	Unidade	04	0,06	0,24
Suporte de lâmpada	Plástico 10/12	Unidade	02	1,10	2,20
Conectores de lâmpada	Soquete rabicho T10	Unidade	02	1,04	2,08
Reator eletrônico	Partida rápida 15-20 W	Unidade	01	14,72	14,72
Lâmpada germicida	UV 20 W	Unidade	01	24,12	24,12
Plugue	Macho 10 A - 250 V	Unidade	01	2,20	2,20
Fio elétrico	Paralelo 2,5 mm	Metro	06	0,99	5,94
Total Geral					93,85

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

Quadro 11 – Descrição de modelo, dimensão, quantitativa e custo da produção de 05 (cinco) unidades dos Tubos UVs, em maio de 2011, utilizando-se materiais adquiridos na região de Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Descrição do material de Consumo	Modelo/dimensão	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Tubos de PVC	100 mm de diâmetro (Ø)	Metro	5,25	5,75	30,19
Tubos de PVC	75 mm Ø	Metro	3,25	5,55	18,04
Caps 100 mm Ø	PVC 100 mm Ø	Unidade	10	3,30	33,00
Caps 75 mm Ø	PVC 75 mm Ø	Unidade	10	3,30	33,00
Anéis de vedação	Borracha / 100 mm Ø	Unidade	10	1,10	11,00
Joelhos LR	PVC ½	Unidade	10	1,10	11,00
Nips	PVC ½	Unidade	10	0,50	5,00
Veda Rosca	Teflon 12 mm	Unidade	01	3,80	3,80
Bucha de redução rosqueavel	3/4x1/2	Unidade	10	0,55	5,50
Luva com rosca	PVC ½	Unidade	05	1,00	5,00
Torneira	PVC ½	Unidade	05	2,20	11,00
Mangueira/10m	Flexível ½	Metro	05	1,68	8,40
Fita isolante	Adesiva 20 m	Unidade	01	3,90	3,90
Parafusos	Rosca metal 3/16 x 4 cm	Unidade	10	0,09	0,90
Arruelas	Metal e lisa 3/16	Unidade	20	0,06	1,20
Porcas	Metal / Rosca 3/16	Unidade	20	0,06	1,20
Suporte de lâmpada	Plástico 10/12	Unidade	10	1,10	11,00
Conectores de lâmpada	Soquete Rabicho T10	Unidade	10	1,04	10,40
Reator eletrônico	Partida rápida 15-20 W	Unidade	05	14,72	73,60
Lâmpada germicida	Ultravioleta (UVC) 20 W	Unidade	05	24,12	120,60
Plugue	Macho 10 A - 250 V	Unidade	05	2,20	11,00
Fio elétrico	Paralelo 2,5 mm	Metro	30	0,99	29,70
Total Geral					438,43

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

Quadro 12 – Descrição de modelo, dimensão, quantitativa e custo de materiais permanentes utilizados para confecção de unidades do Tubo UV, considerando-se preço praticado em maio de 2011 na região de Zé Doca – MA.

Descrição do material permanente	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Furadeira Manual 3/8 – 420 W	Unidade	123,50	1	123,50
Fita métrica Trena de bolso 3 m	Unidade	8,00	1	8,00
Alicate universal 8"	Unidade	20,40	1	20,40
Alicate Bico fino 6"	Unidade	15,00	1	15,00
Arco de serra Manual 12 " – 18	Unidade	18,80	1	18,80
Canivete Ponta fina / médio	Unidade	22,50	1	22,50
Lápis Carpinteiro / 20 cm 0,5 x 0,01 mm	Unidade	0,98	1	0,98
Extensão Flexível / 10 a 250 v / 2,5 mm	Metro	18,90	1	18,90
Serra Aço rápido 12 " – 18	Unidade	12,00	1	12,00
Suporte Serra cepo 7/16 x 9/19	Unidade	35,50	1	35,50
Chave de fenda Philips 3/16 x 4 "	Unidade	6,00	1	6,00
Chave de fenda Simples 3/16 x 5 "	Unidade	5,00	1	5,00
Chave de fenda Simples 1/8 x 4 "	Unidade	5,60	1	5,60
Broca Aço rápido 8,0 mm	Unidade	12,00	1	12,00
Broca Aço rápido 15/15	Unidade	6,80	1	6,80
Broca Aço rápido 11/64	Unidade	5,80	1	5,80
Serra copo Aço rápido 3 mm – ½	Unidade	20,00	1	20,00
Total Geral				336,78

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

Quando Cohn (2002) investiga a situação socioeconômica da população atendida no projeto “UV Tube” percebemos em seus relatos diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais similares aos que foram mostrados em nossa análise da população estudada em Zé Doca.

Conforme mostramos na análise que aqui se encerra, a similaridade entre as populações pesquisadas, a disponibilidade local de materiais, facilidade de adaptação e os valores dos custos encontrados na confecção do Tubo UV para uso da comunidade pesquisada, permitem-nos afirmar a viabilidade técnica da inicial e aceita inserção da tecnologia do tratamento de água por radiação UV junto à comunidade do assentamento rural Boa Esperança.

4.3 Das Ações Educativas e suas Possíveis Modificações na Percepção da Realidade Local, Mudanças de Atitudes e Construção de Conhecimento

Durante os encontros de sensibilização realizados, reuniram-se inúmeras informações locais sobre “água potável x qualidade de vida” que permitiram cada vez mais, à proporção que se efetivavam as ações educativas, amparar as condições de instigarmos maiores discussões e reflexões dos aspectos sociais, ambientais e políticos regionais relacionados à

temática, objeto da pesquisa.

A análise que adiante fazemos foi realizada em uma discussão estatística dos dados coletados antes e após as dinâmicas de sensibilização e demais ações educativas almejando perceber sinais positivos da construção de conhecimentos críticos. Entre os diversos aspectos debatidos mostrou-se importante interpretar a percepção dos pesquisandos sobre a qualidade e condições de oferta e uso da água no assentamento rural, entendendo ser uma nova percepção da realidade local a condição primária para mudança de atitudes e concordando com a afirmação de Tuan (1980).

Percepção é tanto a resposta dos sentidos aos estímulos externos, como a atividade proposital, na qual certos fenômenos são claramente registrados, enquanto outros retrocedem para a sombra ou são bloqueados. Atitude é primariamente uma postura cultural, uma posição que se torna frente ao mundo. [...] é formada de uma longa sucessão de percepções, isto é, de experiências. (TUAN, 1980, p. 4).

A leitura dos Quadros 13 a 17 (págs. 83 a 86) apresenta as respostas (antes e depois) que indicam significativas modificações na **Percepção da qualidade da água** consumida na comunidade, nos Quadros 18 e 19 (págs. 87 e 88) as significativas modificações na **Percepção das condições de oferta de água** e nos Quadros 20 a 26 (págs. 90 a 92) as significativas modificações na **Percepção das condições de uso da água**.

4.3.1 Da modificação na percepção da qualidade da água consumida na comunidade

Nenhuma perspectiva de aceitação, participação ou no mínimo de reflexão do objetivo pautado nesta pesquisa da Educação Ambiental Crítica seria possível sem antes entendermos o nível de questionamento que os pesquisados possuíam, antes e depois, por ser a qualidade da água um tema transversal aos demais discutidos nas dinâmicas e encontros realizados. Assim sendo, entre as intenções das iniciais ações educativas desenvolvidas a interferência na condição da comunidade de perceber a qualidade da água, não potável, consumida no assentamento mostrou-se ser um dos pontos importantíssimos para o início de qualquer ação que visasse um novo comportamento da comunidade e entendesse as falas de Reymão e Saber em destaque.

A água potável é fundamental para o desenvolvimento humano. Quando as pessoas se encontram privadas dela, confrontam-se com oportunidades diminuídas de realizarem o seu potencial enquanto seres humanos (REYMÃO & SABER, 2009).

Foram motivo de diversas discussões os resultados de não potabilidade de algumas amostras da água do assentamento e suas conseqüências na qualidade de vida da comunidade. Os números indicam a assimilação das discussões quando no Quadro 13, que trata da percepção da qualidade da água consumida na comunidade os resultados significativos indicam uma queda de 39 pontos percentuais nos índices que indicavam uma opinião de **água de boa qualidade** consumida no assentamento. Ao mesmo tempo em que se elevaram em 26 pontos percentuais o número que representavam pessoas que, posteriormente, perceberam ser esta **água de ruim e péssima qualidade**.

Quadro 13 - Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“O que você acha da qualidade da água para beber?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Excelente	4	6	3	5	0,14
Boa	44	69	19	30	9,92*
Regular	11	17	20	31	2,61
Ruim	2	3	9	14	4,45*
Péssima	3	5	13	20	6,25*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

Algumas fontes de captação, utilizadas no assentamento, apresentam em suas águas pequena mudança na cor, durante época chuvosa, que nem sempre indicam contaminação, mas, por escolha fazem famílias usarem outras fontes que por vezes estão distantes de suas residências e não garantem água de qualidade. Esta afirmação, motivo de discussão, serviu para reforçar a informação de que é necessário o uso de maiores critérios técnicos para determinar a qualidade e consequente potabilidade da água e não apenas uma afirmação em função de uma única aparência física do recurso hídrico. Os resultados do Quadro 14 significaram percepção maior das variantes que determinam a qualidade da água quando houve uma elevação de 48 pontos percentuais de respostas que posteriormente afirmaram terem entendido que as possíveis mudanças da qualidade da água em suas residências não podem ser determinadas apenas com base no período.

Quadro 14 - Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“A qualidade de água em sua residência é afetada pela época?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Sim	54	84	23	36	12,48*
Não	10	16	41	64	18,84*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

Nas entrevistas percebeu-se que as respostas de maior ou menor qualidade da água consumida eram frutos unicamente de algumas variantes isoladas que estavam visivelmente presentes. Porém a visão dessas variantes é subjetiva e depende do olhar e nível de acomodação que se encontre o indivíduo fazendo com que uma determinada cor presente em uma amostra de água seja anormal para um e historicamente normal para outros que a décadas

consomem água nesta condição.

Insistentemente debatemos e informamos nas reuniões que para uma análise primária da qualidade da água, mesmo entendendo que esta não garante a ausência de microorganismos é preciso no mínimo padronizar a percepção da sua junção de condição incolor, insípida e inodora.

Testes comparativo de água potável com outras não potáveis consumidas na comunidade foram realizados incentivando o uso do paladar, olfato e visão para diferenciação e afirmação que mesmo não havendo mudança perceptível pode a mesma estar contaminada ou não, porém a subjetividade nas respostas obtidas durante dinâmicas realizadas mostravam dificuldades de diferenciação.

Na tentativa de melhoria da percepção, usamos amostras de água, com forte aparência negativa, oriunda da casa de um participante que já havia se acostumado com cor, cheiro e gosto da água consumida diariamente e repetidamente a qualificava de “água mineral” sendo esta situação a grande mola propulsora do debate. Os resultados antes de qualquer avaliação pontual mostraram genericamente mudanças significativas na percepção da presença de cor, cheiro e gosto da água consumida pela maioria dos participantes destacando nos Quadros 15, 16 e 17 os novos entendimentos de presença de uma das variantes com elevação de 33%, 30% e 58% respectivamente.

Quadro 15 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta “**Há presença de mau cheiro em sua água?**”. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Ausência	62	97	39	61	5,24*
Presença	2	3	25	39	19,59*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

Quadro 16 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta “**Há presença de mau gosto em sua água?**”. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				X ² Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Ausência	56	88	37	58	3,88*
Presença	8	12	27	42	10,31*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

Conseqüentemente, tornaram-se estatisticamente importante, também, as significativas respostas opostas dos participantes que revisaram seu ponto de vista em relação às variantes e perceberam ausência das mesmas acusando que as dinâmicas de sensibilização permitiram reflexões e novas visões da realidade da qualidade da água consumida no assentamento. O fato da nova percepção de presença primária de variantes que negam uma maior qualidade da água reforçou atitudes de reivindicação e inquietações que permitiram maior aproximação com a pesquisa e organização da comunidade no intuito de conjuntamente iniciarem movimentos de cobrança a autoridades locais para melhoria das condições de tratamento de água.

Quadro 17 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Há presença de cor em sua água?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Ausência	56	88	19	30	18,25*
Presença	8	12	45	70	25,83*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

4.3.2 Da modificação na percepção das condições de oferta de água na comunidade

O assentamento rural Boa Esperança possui características particulares em função de sua localização próxima ao perímetro urbano que o credencia a ter como fonte uma água tratada e canalizada da sede do município, porém, esta se mostrou uma conquista ainda distante.

Segundo Reymão e Saber (2009) gestores viabilizam preferencialmente investimentos em áreas ocupadas com grandes densidades populacionais e o fazem na maioria das vezes “sem planejamento encarecendo os custos e contribuindo para a manutenção dos padrões das desigualdades sociais e espaciais, que se têm se manifestado de forma intra e inter-regional na economia brasileira”.

Declararam ainda que:

Com efeito, as estatísticas disponíveis têm mostrado, em relação à questão do acesso a fontes seguras de água, a existência de uma forte relação recíproca entre a pobreza e a falta de acesso à água potável. No nível mundial, aproximadamente um terço das pessoas sem uma fonte de água segura à sua disposição – cerca de 385 milhões de indivíduos – recebem menos de 1 dólar por dia (PNUD 2006). Isso significa, por outro lado, a incapacidade dessas famílias financiarem sua ligação às redes de abastecimento de água por meio de seus próprios rendimentos, com disparidades acentuadas em decorrência de fatores tais como o local de

residência das pessoas, sua etnia e seus níveis de escolaridade (REYMÃO & SABER, 2009).

O quadro é particularmente grave nas áreas rurais, onde o percentual de domicílios particulares permanentes não abastecidos com água da rede geral era de 82,2%, enquanto que nas áreas urbanas era de 10,9%, conforme dados do último Censo. O Nordeste urbano com 14,7% era a região com o segundo pior percentual, atrás apenas do Norte com 37% (REYMÃO E SABER, 2009). Essa característica política, social e econômica constituinte da situação da não oferta de água canalizada e tratada para as comunidades localizadas em área rural brasileira possui grande afinidade com a situação local.

Nos Quadros 18 e 19 analisamos os resultados da percepção da comunidade diante dos debates ao entorno das condições de uso das fontes de água utilizada no assentamento, sendo este um dos pontos insistentemente discutido e criticado nos encontros por entendermos e procurarmos fazer entender a necessidade de adequação da origem e qualidade da água consumida na área pesquisada e referendada nas Figuras 15 e 16 (pág. 42) quando identificamos e caracterizamos a comunidade.

Quadro 18 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Qual a melhor fonte de água para beber?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estuturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Poço	12	19	7	11	1,32
Filtro	41	64	30	47	1,70
Água Engarrafada	10	16	23	36	5,12*
Torneira	0	0	4	6	4,00*
Rio, Igarapé ou Açude	1	1	0	0	1,00
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

Quadro 19 - Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Qual fonte de água você utiliza para beber?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estuturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança, Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Cisterna	17	27	2	3	12*
Poço cacimbão	46	72	44	69	0,04
Outra	1	1	18	28	15*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (STUKEL et al 1990 apud AMARAL et al, 2003).

A leitura do Quadro 19 mostra uma significativa modificação na percepção quando entrevistados afirmam não mais optarem, exclusivamente, pelas fontes de água oriundas de poços cacimbões e cisternas do assentamento, com um índice de 99% das respostas anteriores optando pelas mesmas. Reforça-se esta modificação quando, de acordo com o Quadro 18, nota-se uma elevação de 26% indicando o uso de água engarrafada (mineral) e canalizada pelo sistema de gravidade (torneira) que tem como fonte o poço artesiano da comunidade, visualizado na Figura 17 (pág. 43), além de uma diminuição significativa de 24% de redução do uso de cisternas que se encontravam algumas inaptas para uso.

A mudança de atitude da comunidade, em função da nova percepção, é registrada nas Figuras 45 e 46 que testemunha a ação conjunta da comunidade que reuniu recursos financeiros e elevou a altura do reservatório de água da comunidade adequando o sistema de distribuição de água por gravidade vista, anteriormente, na Figura 17. A atitude permitiu atender mais uma pequena parcela de moradores que agora cobram uma manutenção adequada do sistema e que vêm neste mais uma opção para uso de água potável.



Figura 45 – Imagem comparativa da base de sustentação do reservatório de água do ABE, Zé Doca, Brasil, que antes das ações de sensibilização da comunidade local atendia, apenas, uma pequena parcela das famílias do assentamento e posteriormente, com a elevação de sua altura e outras adaptações em sua estrutura de distribuição de água, por gravidade, iniciou o atendimento de um número maior de residências.



Figura 46 – Imagem atual da área do reservatório de água do ABE, Zé Doca, Brasil, mostrando a reforma em andamento, inclusive com feitiço complementar de cerca de madeira que foi construída para evitar a presença de animais que antes circulavam normalmente no interior do sistema que possuía apenas cerca de poste de concreto.

4.3.3 Da modificação na percepção das condições de uso da água consumida na comunidade

Numa sequência de análise da percepção da realidade local (antes e depois) considerando aspectos discutidos sobre a qualidade da água e das fontes do recurso hídrico usados no assentamento trazemos, nos Quadros 20 a 26 (págs. 90 a 92) a seguir, uma leitura que indica a percepção das formas de tratamento de água usadas pelos entrevistados e suas possíveis visões modificadas.

Quadro 20 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta “**Você realiza algum tratamento de água em sua residência**”. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	%	N	
Não	12	19	21	33	2,45
Sim	52	81	43	67	0,85
Total	64	100	64	100	

Quadro 21 - Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Você ferve a água em sua casa?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Não	63	99	63	99	0,00
Sim	1	1	1	1	0,00
Total	64	100	64	100	

Julgamos serem as respostas analisadas frutos dos momentos de apresentação das possibilidades de alternativas de desinfecção da água, onde o Tubo UV foi motivo central das discussões que indicaram outras possibilidades de tratamento e suas condições de uso. Nas falas a equipe de pesquisa procurou sempre apresentar a proposta alternativa de tratamento como um ferramental de apoio importante para a abordagem da temática. Enfatizou-se não ser ela a única opção, mas que pode ser a mesma mais uma possibilidade de ação concreta e conjunta que auxilie a forma crítica necessária a contextualização da realidade local e de intervenção para redução do uso de água não tratada.

Quadro 22 - Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Você usa cloro em casa?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Não	55	86	56	87	0,01
Sim	9	14	8	13	0,06
Total	64	100	64	100	

Quadro 23 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Você filtra a água em casa?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estuturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Não	33	52	28	44	0,41
Sim	31	48	36	56	0,37
Total	64	100	64	100	

Quadro 24 - Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Você resfria a água em casa para beber?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estuturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Não	49	77	59	92	0,93
Sim	15	23	5	8	5,00*
Total	64	100	64	100	

*Indica que o valor de χ^2 é significativo ao nível 5% de probabilidade considerando um grau de liberdade (3,84).

Quadro 25 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta **“Você usa a água de torneira para beber?”**. Dados oriundos de entrevista semi-estuturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Não	52	81	58	91	0,33
Sim	12	19	6	9	2,00
Total	64	100	64	100	

Quadro 26 – Influência do momento de questionamento, antes e após as dinâmicas de sensibilização sobre a relação entre qualidade de água e saúde considerando as classes de resposta a pergunta “**Você utiliza água mineral para beber?**”. Dados oriundos de entrevista semi-estruturada e de questionário adaptado de Guerra (2006) que foram aplicados a moradores maiores de 18 anos, nos meses de setembro de 2011 e 2012, no assentamento rural Boa Esperança – Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Classes de Resposta	Momento				χ^2 Calculado
	Antes		Depois		
	N	%	N	%	
Não	56	88	62	97	0,31
Sim	8	12	2	3	3,60
Total	64	100	64	100	

A falsa sensação, que apresentaram os entrevistados, de que água resfriada em geladeira ou simplesmente decantada em potes de barro a tornava mais saudável do ponto de vista da eliminação de microorganismo foi significativamente modificada quando a percepção do poder germicida desta ação foi negado e assimilado durante as discussões. O Quadro 24 reforça a afirmação acima indicando uma significativa queda no percentual do número de pessoas que deixaram de resfriar água com objetivo de ação germicida. Porém a análise dos Quadros 20 a 26 (págs. 90 a 92) não mostrou posterior mudança significativa nas escolhas de ações que visassem desinfecção da água.

A expectativa, criada pelos próprios moradores entrevistados, de doação e instalação gratuita de unidades de Tubo UV nas demais residências pode ter levado aos pesquisados suprimirem intencionalmente informações de uso de tratamento de água nas residências na esperança de serem atendidas com o equipamento germicida.

Não podemos negar que se faz necessário maiores ações educativas e intervenções para obtenção de mudanças mais significativas da percepção da necessidade do tratamento de água na comunidade associando-se a uma compreensão de que esta deve ser uma ação intensiva, constante e preventiva de saúde e de responsabilidade do Estado congratulando-se com a afirmação abaixo de Amaral et al (2003):

Encarregar o próprio consumidor de controlar a qualidade da água é uma postura incorreta, uma vez que o seu conhecimento quanto aos riscos que a água pode oferecer à saúde é praticamente inexistente. Depreende-se, portanto, que um trabalho intensivo deve ser realizado no sentido de efetuar a vigilância da qualidade da água utilizada no meio rural e implementar ações que visem ao esclarecimento dessa população, a fim de mudar seu comportamento (AMARAL et al, 2003).

Ao final deste trabalho, não esperamos perceber apenas manifestações de novas percepções ou mudanças de comportamento individualmente falando por ser uma distorção da intenção primária dos objetivos da pesquisa. O coletivo, a soma das sensibilizações surgidas e interagidas em grupo capazes de refletirem, criticarem, problematizarem e interferirem nas relações socioambientais ampliando e ocupando seus espaços no processo dinâmico do exercício da cidadania é o grande olhar quando analisados os resultados de um trabalho orientado nos princípios que regem a Educação Ambiental Crítica.

Assim a ação do Estado por Amaral comentada dever ser compreendida como o momento de exercício desta cidadania e não da inerte espera de ações que venham a surgirem sem a nossa instigação dos diversos segmentos da sociedade. Durante os encontros e interação dos conhecimentos historicamente acumulados e os construídos na dinâmica participativa da

pesquisa-ação aqui desenvolvida, buscamos sempre a presença de diversos atores desses segmentos da sociedade, principalmente os representantes dos poderes constituídos.

Queremos finalizar esta seção com o registro, representado na Figura 47, de um dos sinais da mobilização da comunidade pesquisada e sem dúvida alguma, também, da participação de alguns desses segmentos sociais que conosco estiveram.

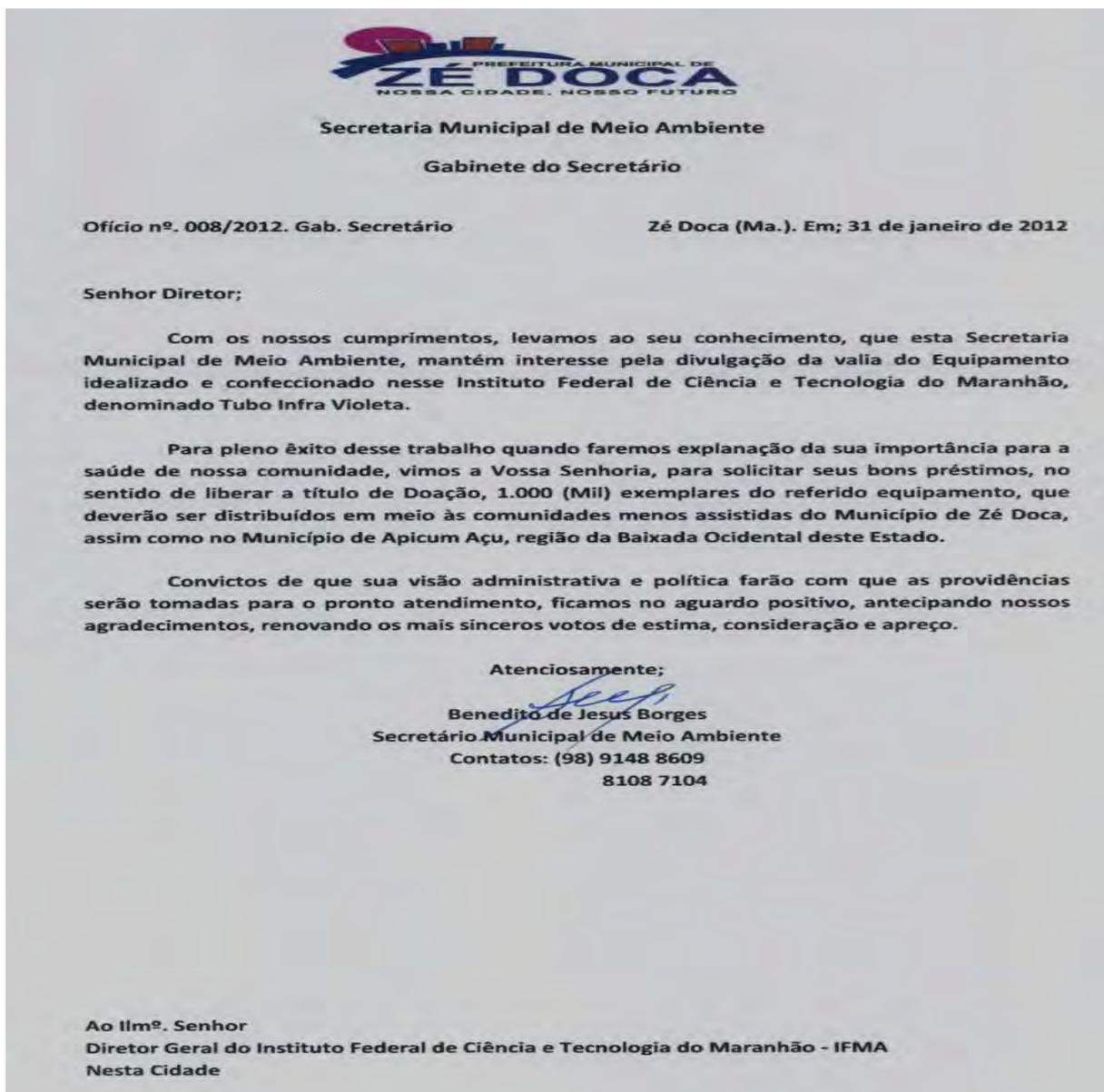


Figura 47 – Imagem do Ofício encaminhado a equipe de pesquisa do Campus Zé Doca solicitando doação de 1.000 (um mil) Tubos UVs para distribuição na comunidade carente Zedoquense e do município de Apicum Açú.

O Ofício 08/2012 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, identificado na Figura 47 (pág. 94), foi resultante, neste caso, da mobilização dos líderes do assentamento rural, dos agentes de saúde do município e da participação do próprio secretário em nossos encontros

que em seu documento reconhece oficialmente a importância da ação da pesquisa e solicita parceria para distribuição do equipamento de tratamento alternativo da água para comunidades de Zé Doca e do município maranhense de Apicum Açu.

Foi repassada a solicitação a Pró-Reitoria de Extensão e Pesquisa do Instituto Federal do Maranhão que sinalizou positivamente em nos apoiar na busca de editais que disponibilizem recursos para continuidade da pesquisa e consequente confecção dos equipamentos em parceria com a prefeitura municipal de Zé Doca. Posteriormente manifestou-se a Pró-Reitoria alegando já ter identificado tais editais, porém encontrava dificuldades no relacionamento para com a prefeitura que insistia em afirmar não possuir recursos financeiros para contrapartida, além de insistir em retomar as negociações em momento posterior aos movimentos políticos partidários referentes ao período de eleição municipal.

5 CONCLUSÕES

A investigação das condições de inserção de técnica alternativa de tratamento de água por radiação UV, junto à comunidade pesquisada, apresentou resultados econômicos, sociais e ambientais favoráveis a implantação e operacionalização da técnica, considerando as necessidades e particularidades regionais. O custo financeiro encontrado desde a confecção até a instalação e manutenção do Tubo UV, implantado em diversas residências pesquisadas, mostrou-se aceitável considerando valores praticados em semelhantes projetos nacionais e internacionais que obtiveram sucesso e atenderam, também, comunidades de baixa renda com dificuldades de acesso a água potável.

A disponibilidade local dos materiais necessários a confecção, instalação, manutenção e adaptação do Tubo UV, para atendimento da comunidade, representou importante componente de um conjunto de situações favoráveis que sinalizam fácil acessibilidade a qualquer família que resida em região circunvizinha, com características socioeconômicas e ambientais similares.

Implica dizer que qualquer família residente em área do grandioso assentamento rural existente na região do Alto Turi poderá fazer uso da tecnologia aqui descrita, respeitando-se a metodologia que orientou a reflexão e problematização crítica das discussões abordadas durante o desenvolvimento das ações educativas, que propiciaram a aceitação da proposta do tratamento alternativo da água em função, principalmente, da sensibilização e conhecimentos construídos de forma participativa.

Assim, podemos afirmar que a referida investigação analisada sob o ponto de vista da pesquisa e da ação e em função dos resultados das ações educativas desenvolvidas apresentou-se como um ferramental instigador capaz de promover inquietações frutos de novas percepções e de algumas mudanças de atitudes da população pesquisada, sendo esta promoção fundamental para o sucesso de qualquer questão teórico-metodológica abordada pela Educação Ambiental Crítica.

Fortalecemos a afirmação de ferramental instigador quando analisamos os resultados positivos das ações direcionadas a mobilização e participação de outros segmentos e grupos interessados e participantes da pesquisa considerando os manifestos das entidades civis e do poder público municipal que, também, acolheram a proposta de tratamento de água e entenderam a proposta das ações educativas desenvolvidas.

São muitas as leituras fundamentadas nos momentos de exploração da pesquisa, no entanto, vale ressaltar a importância da mobilização da comunidade quando articulou a participação do poder público culminando, inclusive, em oficial pedido de autoridades municipais para a continuidade das ações educativas e da inserção da técnica alternativa de tratamento de água estendendo a outras comunidades. Esta iniciativa, própria dos pesquisandos, mostra que a pesquisa instigou sentimentos e comportamentos que foram além de individuais sinais de sensibilização, percepção do ambiente, problematização crítica da realidade e mudanças de comportamento. Julgamos ter nos aproximado das orientações do pesquisador e escritor Carlos Frederico Bernardo Loureiro que afirma ser preciso trabalhar cotidianamente a articulação para com outros grupos ou populações universalizando as experiências bem sucedidas que objetivam a transformação da sociedade.

A flexibilidade nos momentos de planejamento e execução das ações, o envolvimento de participantes com distintos saberes, a importância do conhecer as particularidades regionais, a participação espontânea dos integrantes mostraram-se fatores indispensáveis para a realização da pesquisa.

As técnicas de sensibilização empregadas mostraram maiores e comprovados resultados positivos com a geração de inquietações, novas percepções e determinadas

mudanças de atitudes da comunidade pesquisada quando objetivaram discutir as condições de oferta e qualidade da água consumida no assentamento. Porém, as abordagens relacionadas às discussões e sensibilização ao entorno das condições de uso da água mostraram-se necessitadas de maiores ações capazes de melhores resultados que instigassem maior contextualização e reais mudanças de postura da comunidade.

Por fim, concluímos que o desenvolvimento das ações educativas pautadas em metodologia da pesquisa-ação e orientadas por conceitos da Educação Ambiental Crítica que visaram a reflexão da temática da qualidade da água e saúde humana e seus aspectos correlacionados, mostrou-se satisfatório em função dos procedimentos adotados que permitiram firmar um processo dialógico e crítico de construção de conhecimento, pautado na relação intrínseca entre ação e reflexão associada à permissiva, respeitosa e incentivada crítica dos saberes construídos pela comunidade e pesquisadores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. A. *et al.*; **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v.37, n.4, p. 510-514, agosto de 2003. ISSN 0034-8910.

ANDREA, L.; (Vídeo). **O ciclo da água**. CODAU, 2001. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=g26Wk4gpkws>> Acesso em 13 de fev/2012.

ARAÚJO, A. M.; **Manual para construção do tubo ultravioleta (UV) para tratamento de água para consumo humano**. 2008. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas)-Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, MG, 2008.

BARBIER, R.; **A Pesquisa-ação**. Série Pesquisa em Educação. Brasília – DF, 2002.

BASSOI, L. J. e GUAZELLI, M. R.; In: **Curso de Gestão Ambiental** / Arlindo Phillippi Jr., Marcelo de Andrade Roméro, Gilda Collet Bruna, editores. – Barueri, SP; Manole, 2004.

BLATCHLEY III.; BASTIAN, C.; DUGGIRALA, R. K.. *et al.*; **Ultraviolet irradiation and chlorination/dechlorination for municipal wastewater disinfection: Assessment of performance limitations**. Water Environment Reseach. v. 68, n.2, p. 194-204, 1996.

BRASIL. **Portaria 36**, de 19 de janeiro de 1990. Dispõe sobre a água para o consumo humano. Brasília, DF: Governo Federal, 1990.

CARVALHO, I. C. M.; **Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação**. In: LAYRARGUES, P.P. (coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 156p.

CHAVES, D. C.; SILVA, I. J.; PEREIRA, E. F.; VIEIRA, A. J. D.; **O uso de sistemas individuais de tratamento de esgotos e proximidade a lixões no município de Zé Doca (MA)**, Maceió, CONNEPI, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/607/366>>. Acesso em 04 jan/2011.

CNM - Confederação Nacional dos Municípios.; **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM: Estratégias da Gestão Municipal para Redução da Pobreza no Planeta Até 2015** / Confederação Nacional dos Municípios; Nós Podemos Paraná e Observatório Regional Base de Indicadores de Sustentabilidade – Orbis (elaboração), Brasília: CNM: Pnud, 2008.

COHN, A.; **The UV-Tube as an Appropriate Water Disinfection Technology: An Assessment of Technical Performance and Dissemination Potential**. *Master's Thesis*, May 2002.

CONTI, F.; **Muitas Dicas** - Laboratório de Informática - ICB – UFPA, Pará-PA, 2009 Disponível em <http://www.cultura.ufpa.br/dicas/pdf/bioqui.pdf> Acessado em mar/2011.

CORAUCCI F. B.; CHERNICHARO, C. A. L.; NETO, C. O. A. *et al.*; **Desinfecção de efluentes sanitários**. Vitória: ABES-RJ/PROSAB3 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico 3. p. 422. 2003.

COUTINHO, F.; **Tratamento de água. CulturaMix** – São Paulo, 2009.
Disponível em <<http://www.culturamix.com/meio-ambiente/tratamento-agua>>
Acessado em mar/2012.

DEMO, P.; **Metodologia científica em ciências sociais**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 1989.

DESLANDES, S.F.; GOMES, R.; **A pesquisa qualitativa nos serviços de saúde: notas teóricas**. In: BOSI, M.L.M.; MERCADO, F.J. (Org.). *Pesquisa qualitativa de serviços de saúde*. Petrópolis: Vozes, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.; **Atlas do meio ambiente do Brasil**. Brasília, DF: Terra Viva, 1994. 138 p.

FONTENELE, R.; **Tratamento de Água Através dos Tempos**. Disponível em <<http://www.tratamentodeagua.com.br/a1/informativos/acervo.php?chave=219§§cp=est.2008>>. Fonte: <http://www.meiofiltrante.com.br> Edição nº 12,07 .

FREIRE, P.; **Pedagogia do Oprimido**, 17º Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro-RJ, 1983.

GIL, A. C.; **Como elaborar projeto de Pesquisa**, 5ª edição, São Paulo: Atlas, 2010.

GUERRA, C.H.W.; **Avaliação da eficiência do clorador simplificado por difusão na desinfecção da água para consumo humano em propriedades rurais na bacia do Ribeirão do Laje – Caratinga/MG**. Mestrado em Meio Ambiente Sustentável – Centro Universitário de Caratinga. Caratinga, MG, 2006.

GUIMARÃES, M.; **Educação Ambiental: No consenso um embate?** – Campinas, SP – Papirus, 2000.

GUIMARÃES, M.; **A dimensão ambiental na educação** – Campinas, SP – Papirus, 1995.

GUIMARÃES, M.; **A formação de educadores ambientais**. Campinas: Papirus, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE_CIDADES@), dados estatísticos cidades, 2009 <www.ibge.gov.br/cidadesat/default2.php> - Acessado em fev/2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE_CIDADES@), dados estatísticos cidades, 2010 <www.ibge.gov.br/cidadesat/default2.php> Acessado em mar/2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE_CIDADES@), dados estatísticos cidades, 2011 , <www.ibge.gov.br/cidadesat/default2.php> - Acessado em mar/2011.

LAYRARGUES, P.P.; (coord.) - **Identidades da educação ambiental brasileira** / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental; Brasília-DF, 2004.

LEVIN, J.; **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2 Ed., São Paulo, Harbra, 1987

LOUREIRO, C. F. B.; **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

LUCKESI, C. C.; **Filosofia da Educação**. Coleção Magistério 2ª grau-formação do professor. 183p. São Paulo: Cortez, 1994.

MACÊDO, J. A. B.; **Tratamento convencional para obtenção de água potável**. In _____: **Águas & Águas**. Belo Horizonte MG, editado por Conselho Regional de Química-MG, 977p. 2004.

MARCIO, A.; Clips da Turma da Mônica (**Vídeo**), “**Água Vamos Economizar**”, Edição e Motions Graphics de Júlia Bicado, Editora Sônica. Disponível em <www.youtube.com/watch?v=SlfpR8IqYeY&list=FLwwqNm-9f02Uic7mMfxplow> Acessado em 13 de fevereiro de 2012.

MINIMUCCI, A.; **Técnicas do Trabalho de Grupo**. São Paulo: Edições São Paulo, Atlas, 2001.

MINIMUCCI, A.; **Dinâmica de Grupo: Manual de Técnicas** - Edições São Paulo, Atlas, 2002.

Monitorglobal - **Monitor Global Climático de UV- Ferramenta de monitoramento**. Disponível em: <<http://www.monitorglobal.com.br/monitor+climatico/uv.html>> Acessado em 27 Fev.2012

Monitorglobal - **Monitor Global Climático de UV- Ferramenta de monitoramento**. Disponível em: <<http://www.monitorglobal.com.br/monitor+climatico/uv.html>> Acessado em 16 Fev.2013.

NASCIMENTO, N. O; HELLER, L; **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento**. Eng. Sanit. Ambient. Rio de Janeiro, Jan./Mar. 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522005000100005>> acessado em 20 Jan.2011

NEVES, D. P.; et al. **Parasitologia Humana**. São Paulo; Atheneu, 2004.

PEREIRA, E. C., SILVA, I. J., CHAVES, D. C., VIEIRA, A. J. D.; **Uso de sistemas individuais de tratamento de esgotos e proximidade à lixões no Município de Zé Doca** In: V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2010, Maceió. Anais do V Congresso Norte-nordeste de Pesquisa e Inovação. Brasília: Biblioteca Nacional, 2010.

PNUD/ IBGE. Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil, 2000.

Programa Criança Ecológica - Água. (Vídeo). Fundação Florestal, São Paulo. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=wzjffFU0UJ4>> Acesso em 13 de fev/2012.

REYMÃO A. E; SABER, B.A. **Acesso à água tratada e insuficiência de renda. Duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste brasileiro sob a óptica dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Revista Ibero-americana de Economia Ecológica, 2009. Disponível em <http://www.redibec.org/IVO/rev12_01.pdf> - Acessado em julho 2012.

ROUESSAC, FRANCIS AND ANNICK ROUESSAC; **Chemical Analysis, Modern Instrumentation Methods and Techniques**; John Wiley & Sons, 2000, p189

SACHS, Jeffrey; **A riqueza de todos**/Jeffrey D. Sachs; tradução de Sergio Lamarão. – Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008

SANEPAR. **Saneamento**, 2004. Disponível em: <www.sanepar.com.br>. Acesso em: 01 set. 2007.

SINDUSCON - Sindicato da Construção Civil; **Índice Nacional de Custo da Construção – INCC**. 2011. Disponível em <<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/2011/coletiva.pdf>> Acessado em set/2012.

SOARES, R.; **Tratamento de Água – Luz Ultravioleta. 2008**; Disponível em: <<http://abragua.org.br/artigo/0024>> Acessado em 02 fev. 2011.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L.; **Fatores ambientais associados à diarreia infantil em áreas de assentamento subnormal em Juiz de Fora, Minas Gerais**. Revista Brasileira de Saúde e Maternidade Infantil, 2005.

THIOLLENT, M.; **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 2008.

TUAN, Y.; **Topofilia- Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1980. 288p.

7 ANEXOS

**Anexo I - Modelo do questionário/entrevista aplicada aos moradores do assentamento rural
Boa Esperança - ABE – Zé Doca (MA)**

	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO INSTITUTO DE AGRONOMIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA QUESTIONÁRIO / ENTREVISTA</p>	
---	---	---

Controle nº _____

Aplicador _____

Data ____/____/____

1) Nome do entrevistado

2) Endereço: (rua /avenida)_____ nº _____

Complemento_____

3) Idade _____

4) Sexo () feminino () masculino

5) Escolaridade _____ anos

6) Renda mensal (reais) _____

7) Quantos moradores existem na casa? _____ morador (es)

8) Possui energia elétrica? () Presença¹ () Ausência⁰

9) Qual a fonte de água que você utiliza para beber?

() Cisterna¹

() Poço cacimbão²

() Outro³ _____

10) O que você acha da qualidade da água que consome em sua casa?

- Excelente¹
- Boa²
- Regular³
- Ruim⁴
- Péssima⁵

11) Há presença de esgoto, a céu aberto, próximo a sua residência?

- Sim¹
- Não⁰

12) A Qualidade da água em sua residência é afeta em alguma época do ano?

- Sim¹
- Não⁰

Se sim, em que mês (es) do ano nota-se a piora da qualidade da água?

13) Falta água em sua residência?

- Sim¹
- Não⁰

Se sim, em que mês (es) do ano nota-se a diminuição da quantidade da água?

14) Você já notou a presença de mau cheiro na água?

- Presença¹
- Ausência⁰

15) Você já notou a presença de mau gosto na água?

- Presença¹
- Ausência⁰

16) A água que você bebe tem a presença de cor?

- Presença¹
- Ausência⁰

17) Você efetua algum tipo de tratamento na água antes do consumo em sua residência?

Sim¹ Não²

Se positivo, qual tratamento usado?

Ferve¹

Adiciona Cloro²

Usa Filtro³

Resfria⁴

Toma direto da torneira (poço ou cisterna)⁵

Só tomo água engarrafada⁶

18) Observe as figuras abaixo e indique a(s) figura(s) que representa(m) as melhor(es) fonte(s) de água para beber. Imagens de Guerra (2006) e autores não identificados.



poço¹



Galão de água²



() torneira³



() Igarapé⁵



() Açude⁷

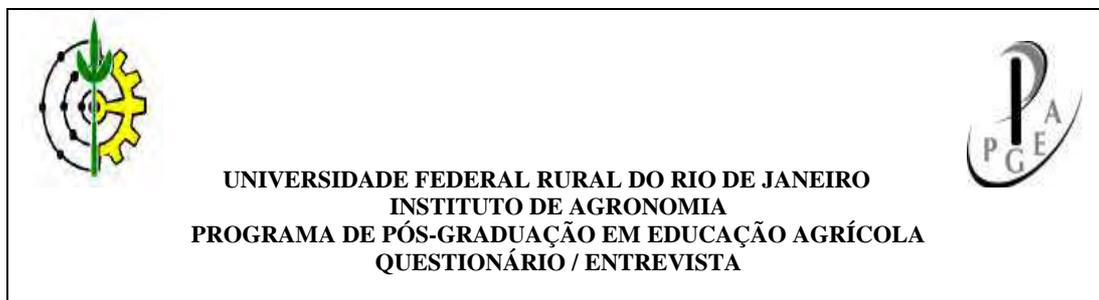


() filtro⁴



() Rio⁶

Anexo II – Modelo para anotações complementares da entrevista aplicada aos moradores do assentamento rural Boa Esperança – ABE – Zé Doca (MA)



ANOTAÇÕES COMPLEMENTARES DA ENTREVISTA

Prezado entrevistador:

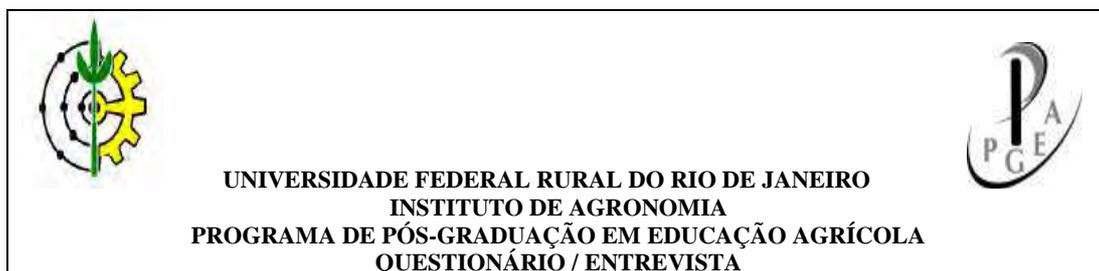
Utilize este espaço para toda e qualquer anotação que considerar importante quando estiver em contato com o entrevistado aplicando o questionário, parte integrante, desta entrevista semi-estruturada.

Controle nº _____

Aplicador _____

Data ____/____/____

Anexo III – Modelo do Termo de consentimento livre e esclarecido



Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado para participar, voluntariamente, da pesquisa denominada **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O TRATAMENTO DE ÁGUA: USO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA BASEADO EM ULTRAVIOLETA EM CÂMPUS DO INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO E SUA RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS** desenvolvida na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – PPGA/UFRRJ para composição de trabalho de Dissertação do Mestrando IVALDO JOSÉ DA SILVA.

IMPORTANTE: Você foi selecionado aleatoriamente e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder questionário semi-estruturado.

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar sua percepção quanto a qualidade da água e sua relação com a saúde. O uso das informações é restrito para pesquisa e a divulgação dos seus resultados será realizada através de trabalhos técnico-científicos, preservando o seu anonimato.

O desenvolvimento da pesquisa respeitará, a todo o instante, a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos) e toda legislação vigente em nosso país, respeitando todos os direitos do cidadão. Você receberá uma cópia deste termo onde constam os dados do pesquisador, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Assinatura do entrevistador

Tel (98) 81522520 – e-mail: ivaldojsilva@ifma.edu.br ou antonio.vieira@ifma.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

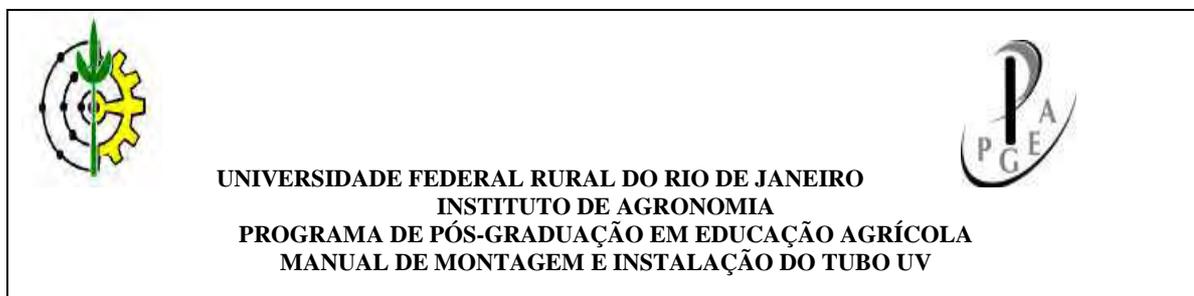
Nome: _____ Tel: _____

Data ____/____/____

Assinatura do sujeito da pesquisa

Anexo IV – Manual de montagem e instalação do Tubo UV

Sistema alternativo de tratamento de água utilizado para pesquisa realizada junto aos moradores do assentamento rural Boa Esperança – ABE – Zé Doca (MA)



MANUAL DE MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO TUBO UV **SISTEMA ALTERNATIVO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

1.0 – APRESENTAÇÃO

Este manual é parte integrante da pesquisa de Mestrado denominada Educação Ambiental e o tratamento de água: Uso do sistema de tratamento de água baseado em ultravioleta em Câmpus do Instituto Federal do Maranhão e sua relação com a construção de conhecimentos, orientada pela Profa. DSc. Lana Cláudia de Souza Fonseca – UFRRJ/PPGEA.

Tem como objetivo incentivar e facilitar a construção, instalação e manutenção do Tubo UV destinado ao atendimento individual, familiar ou comunitário de pessoas com dificuldades de acesso a água potável. Procuramos durante a elaboração utilizar o máximo de imagens na tentativa de tornar simples, agradável e didática a leitura, permitindo sua utilização por pessoas de diferentes saberes e níveis de escolaridade.

Apresentamos adiante uma adaptação do trabalho apresentado por Araújo (2008) que por sua vez baseou-se, principalmente, nos trabalhos realizados por Cohn (2002). Destacamos adaptações realizadas quando da pesquisa e inserção desta tecnologia de tratamento alternativo de água junto à comunidade do assentamento rural Boa Esperança - ABE, Zé Doca, Maranhão, Brasil. Esperamos, ao final, poder fazer perceber que o elevado poder germicida, o baixo custo de construção, operacionalização e possibilidades de inserção junto a comunidades, discutida e apresentada na pesquisa acima citada, somando-se a este manual provenha e desperte em ONGs, Poder Público, ambientalistas e sociedade civil organizada o interesse de propagação deste sistema.

2.0 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA - TUBO UV

Tem como princípio o tratamento germicida da água por radiação ultravioleta (UV) inativando microrganismo presentes e conseqüentemente tornando-a potável no que se refere a situação microbiológica.

De acordo com Cohn (2002), consiste em fixar uma lâmpada germicida suspensa sobre determinada quantidade de água em fluxo contínuo percorrendo um tubo horizontal. A água entra por uma extremidade localizada na parte superior do tubo e flui ao longo da parte inferior (por baixo da lâmpada germicida) até atingir uma saída na extremidade oposta onde já irradiada encontra-se com patógenos inativados e pronta para o consumo. A altura da saída define a profundidade da água no tubo e regula o tempo de detenção hidráulica (fluxo ideal) necessário para a irradiação da água e determinação do poder germicida. Não exige pressão da água permitindo sua ligação a uma torneira ou preenchimento manual realizado com auxílio de funil e um balde. Abaixo na Figura I podemos perceber uma visão geral do Tubo UV construído.

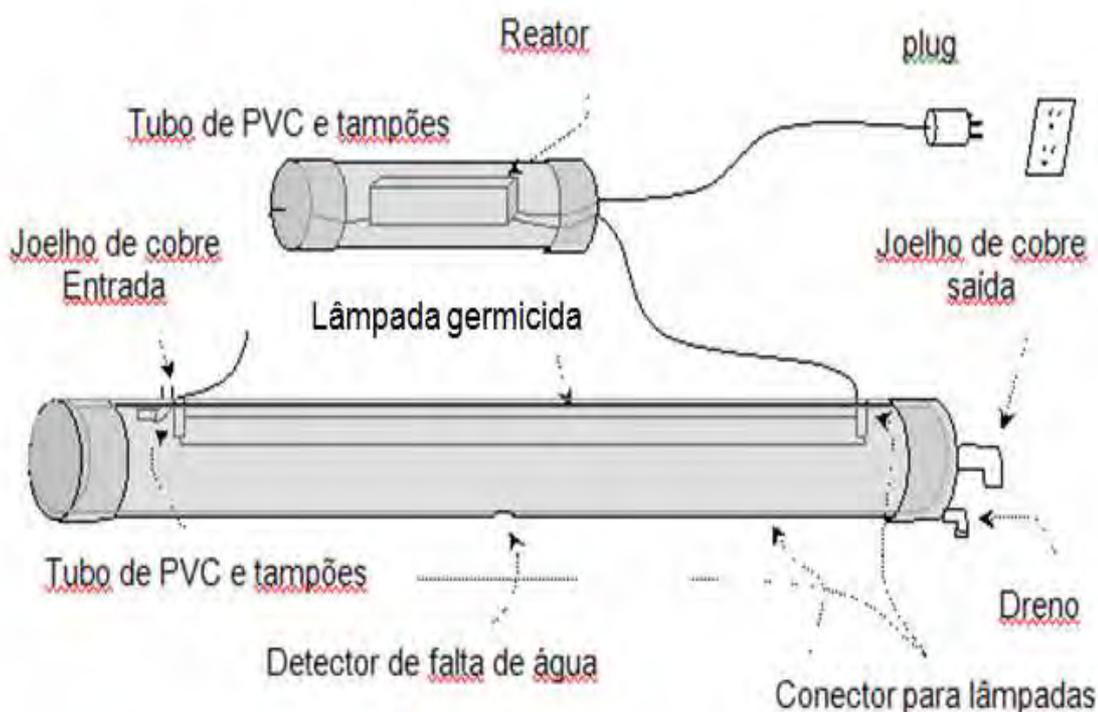


Figura I – Modelo apresentado em trabalhos desenvolvidos por Araújo (2008) e Cohn (2002) e usado como base para construção dos Tubos UVs construídos, instalados e adaptados à realidade da comunidade do ABE, Zé Doca, Maranhão.

Fonte: Araújo (2008) modelo apresentado por Cohn (2002).

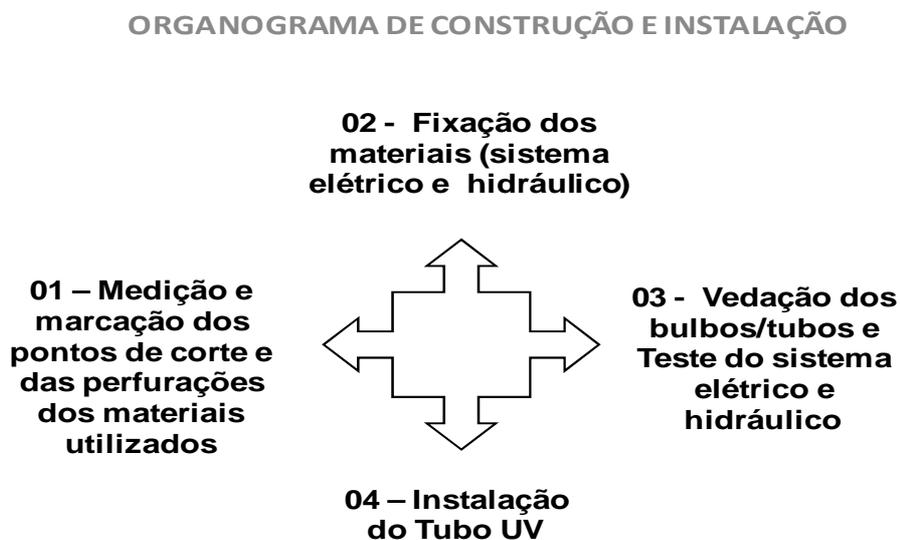
2.0 – ALGUMAS VANTAGENS DO USO DO SISTEMA - TUBO UV

- Não utiliza ou adiciona produtos químicos ao meio;
- Custos de construção, instalação e manutenção acessíveis a comunidades de baixa renda;
- Não precisa transportar, armazenar ou manusear produtos tóxicos ou corrosivos;
- Não gera resíduos que possam prejudicar o meio ambiente;
- Possibilita o tratamento de água a ser utilizada em diversas atividades, além do consumo humano, podendo inclusive ser usada para a prática da aquicultura controlando doenças e não afetando os peixes;
- Não altera o pH ou qualquer propriedade físico - química da água;
- Fácil operacionalização para o usuário, exigindo simples e periódica manutenção a cada 04 meses, em média, dependendo da turbidez da água em tratamento;
- Precisa de reduzido tempo de contato com a água para o controle dos patógenos;
- Preserva o gosto e sais minerais próprios da água;
- Apresenta ação rápida com reduzido tempo de exposição em relação ao cloro e ozônio.

4.0 - ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO TUBO UV

Apresentamos no organograma abaixo uma visão geral das etapas que adiante são expostas e organizam a confecção do Tubo UV.

Fluxograma I – Fluxo das etapas de construção e instalação do Tubo UV



Os materiais necessários a construção do Tubo UV são apresentados nos Quadros I e II e na Figura II visualizamos uma exposição dos materiais básicos e mais importantes.



Figura II – Apresentação dos materiais básicos para construção do Tubo UV:

(1) Tubo de 75 mm Ø (diâmetro) utilizado para acomodação do sistema de ignição da lâmpada germicida - UVC; (2) Tubo de 100 mm Ø utilizado como bulbo para fluxo da água a ser irradiada; (3) Lâmpada germicida; (4) Reator da lâmpada; (5) Tampões (Caps) para cano de 100 mm Ø; (6) Anéis de vedação para cano de 100 mm Ø; (7) Caps para cano de 75 mm Ø; (8) Fios com plugue para acionar e conectar o tubo a rede elétrica; (9) Material de suporte da lâmpada; (10) Parafuso para fixação da lâmpada e do tubo de 75 mm Ø; (11) Material para acionamento do sistema elétrico/lâmpada; (12) Material hidráulico para vedação e fluxo da água.

Fonte: Própria e Araújo (2008)

Importante perceber que a base da construção do Tubo UV, formada pelo tubo de 100 mm Ø, lâmpada germicida UVC e por um segundo tubo de 75 mm Ø, tem como objetivo organizar e tornar operacional a junção dos dois mini sistemas que formam o tratamento da

água – hidráulico/germicida e elétrico: O primeiro responsável pela condição hidráulica e germicida é realizado no interior do bulbo ou tubo de 100 mm Ø. O segundo realizado no interior do tubo de 75 mm Ø é responsável pelo sistema elétrico que alimenta a lâmpada germicida UVC com vida útil em média de 5.000 horas abrigando, também, a ignição e demais materiais condutores de eletricidade isolando os sistemas hidráulico/germicida e elétrico. Abaixo, na Figura III, mostramos os 03 componentes que formam a base de construção do Tubo UV.



Figura III – Visualização dos tubos de 75 mm e 100 mm Ø conjuntamente com a lâmpada germicida, detalhe a direita, destacando-se o trabalho de marcação das aberturas responsáveis em fixarem os sistemas elétricos e hidráulico/germicida e seus respectivos materiais.

Fonte: Própria

Quadro I – Descrição de modelo, dimensão, quantitativa de materiais permanentes utilizados para confecção de unidades do Tubo UV, baseado na pesquisa e materiais adquiridos na região de Zé Doca, Maranhão, Brasil.

Descrição do material permanente	Unidade	Quantid.
Furadeira manual 3/8 – 420 W	Unidade	01
Fita métrica / trena de bolso 3 m	Unidade	01
Alicate universal 8"	Unidade	01
Alicate bico fino 6"	Unidade	01
Arco de serra Manual 12 " – 18	Unidade	01
Canivete ponta fina / médio	Unidade	01
Lápis carpinteiro / 20 cm	Unidade	01
Extensão flexível / 10A - 250 v / 2,5 mm	Metro	01
Serra aço rápido 12 " – 18	Unidade	01
Suporte serra Cepo 7/16 x 9/19	Unidade	01
Chave de fenda Philips 3/16 x 4 "	Unidade	01
Chave de fenda simples 3/16 x 5 "	Unidade	01
Chave de fenda simples 1/8 x 4 "	Unidade	01
Broca aço rápido 8,0 mm	Unidade	01
Broca aço rápido 15/15	Unidade	01
Broca aço rápido 11/64	Unidade	01
Serra copo aço rápido 3 mm – ½	Unidade	01

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

Quadro II – Descrição dos materiais para produção de 01 (uma) unidade do Tubo UV, baseado na pesquisa e materiais adquiridos na região de Zé Doca, Maranhão, Brasil. (continua).

Descrição do material de consumo	Modelo/dimensão	Unidade	Quantid.
Tubos de PVC	100 mm de diâmetro (Ø)	Metro	1,05
Tubos de PVC	75 mm de diâmetro (Ø)	Metro	0,65
Caps 100 mm Ø	PVC 100 mm Ø	Unidade	02
Caps 75 mm Ø	PVC 75 mm Ø	Unidade	02
Anéis de vedação	Borracha / 100 mm Ø	Unidade	02
Joelhos 90° LR	PVC ½	Unidade	02
Nipples	PVC ½	Unidade	02
Veda rosca	Teflon 12 mm	Unidade	01
Nipples de redução roscavel	3/4x1/2	Unidade	02
Abraçadeiras c/ parafuso/bucha	Para cano de 100 mm Ø	Unidade	02

Quadro II – Continuação

Abraçadeiras para fixação com parafusos/buchas	Para cano de PVC ½	Unidade	02
Luva com rosca	PVC ½	Unidade	01

Adaptadores para mangote	PVC	Unidade	02
Registro de pressão soldável	PVC ½	Unidade	02
Fita isolante	Adesiva 20 m	Unidade	01
Parafusos	Rosca metal 3/16 x 4 cm	Unidade	02
Arruelas e porcas	Metal 3/16	Unidade	04
Engate plástico	Tipo caixa de descarga ½	Unidade	01
Suporte para lâmpada	Plástico 10/12	Unidade	02
Conectores p/ lâmpada	Soquete rabicho T10	Unidade	02
Reator eletrônico	Eletrônico - partida rápida 15-20 W	Unidade	01
Lâmpada germicida	UVC 20 W	Unidade	01
Plugue	Macho 10A - 250 V	Unidade	01
Fio elétrico	Paralelo 2,5 mm	Metro	06
Interruptor simples	10 A - 250 V	Unidade	01

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

4.1. Etapa 01 - Medição e marcação dos materiais

Preparo do tubo de 100 mm de diâmetro (Ø)

Abaixo na Figura IV demonstramos a utilização do cano de PVC com diâmetro de 100 mm que será utilizado como espaço para irradiação da água por UV.

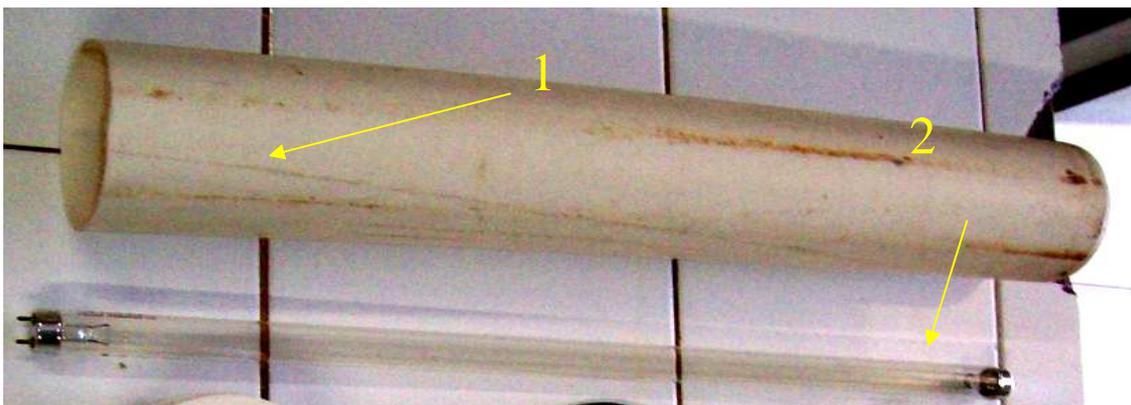


Figura IV - Corte do tubo de PVC com diâmetro de 100 mm Ø e 105 cm de comprimento. Tubo cortado (1) ao lado da lâmpada UV de 20 W (2).

Fonte: Araújo (2008)

Após o corte com comprimento definitivo do tubo de 100 mm Ø, efetuam-se as perfurações necessárias ao acoplamento dos demais materiais fixados a este cano conforme demonstrado nas Figuras V, VI e VII abaixo:



Figura V – Marcação e cortes realizados com broca de 8,0 mm para fixação de materiais ao tubo de 100 mm de diâmetro.

Fonte: Própria

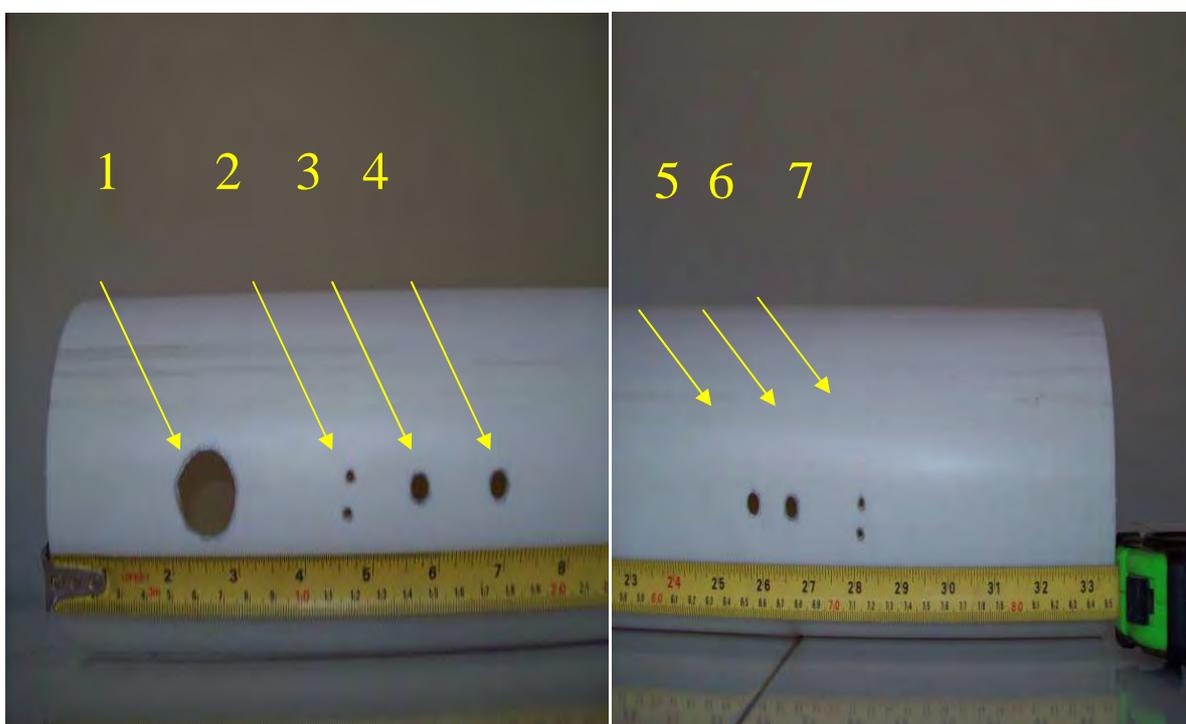


Figura VI - Perfurações para fixação de parafusos e demais materiais afixados ao cano de 100 mm Ø:

(1) Local da conexão de entrada de água no cano; (2 e 7) Perfurações para entrada de fios e plugue da lâmpada; (4 e 5) Local para fixação de tubo de 75 mm Ø que acomodará o reator; (3 e 6) Perfurações que irão acomodar parafusos para fixação do suporte da lâmpada.

Fonte: Adaptação de Araújo (2008)



Figura VII – Detalhe do cano de 100 mm Ø e todas as perfurações necessárias para fixação dos equipamentos elétricos e do cano de 75 mm Ø, parte integrante do Tubo UV.
Fonte: Adaptação de Araújo (2008)

Preparo do tubo de 75 mm de diâmetro (Ø)

O cano de 75 mm Ø deve ser cortado restando 65 cm de comprimento conforme Figura VIII abaixo.

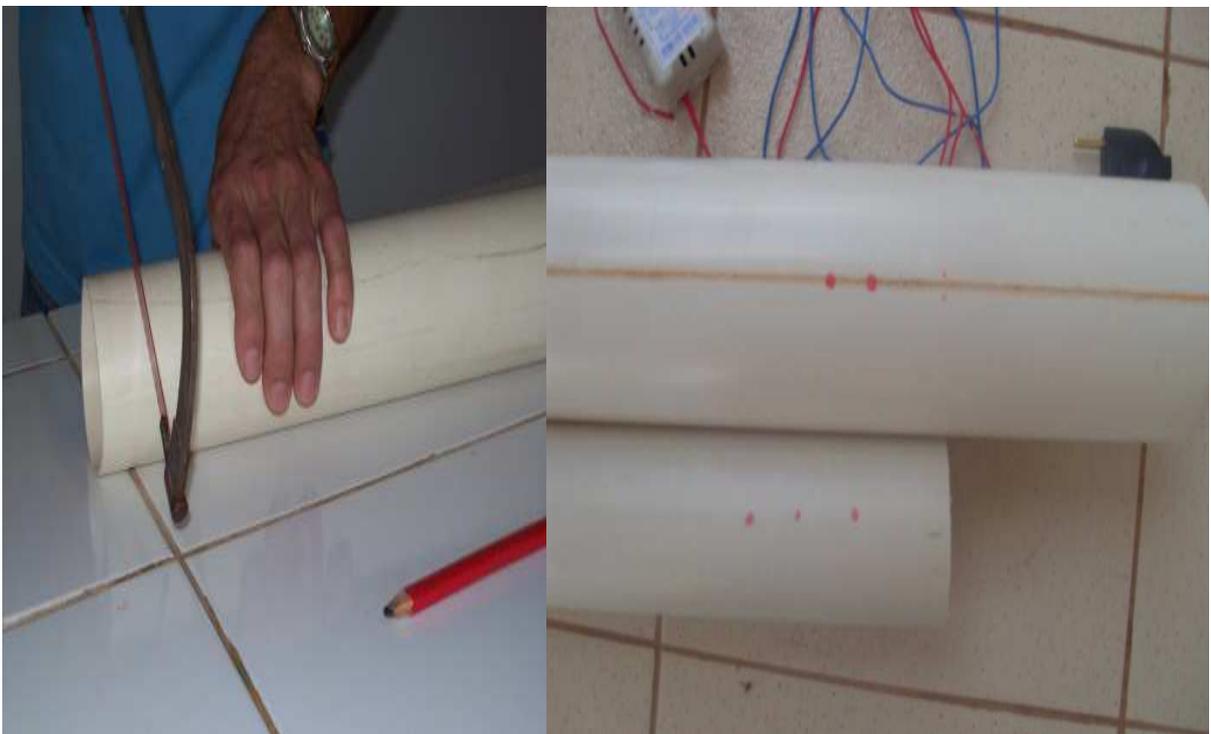


Figura VIII – Tubo de PVC com 75 mm Ø sendo adaptado e a esquerda as marcações já realizadas para fixação de materiais.

Fonte: Própria e Araújo (2008)

4.2. Etapa 02 - Fixação dos materiais (sistema hidráulico/germicida e elétrico)

Montagem do sistema elétrico



Figura IX – Parte dos materiais usados e referendados na Figura II

Fonte: Adaptação de Araújo (2008)

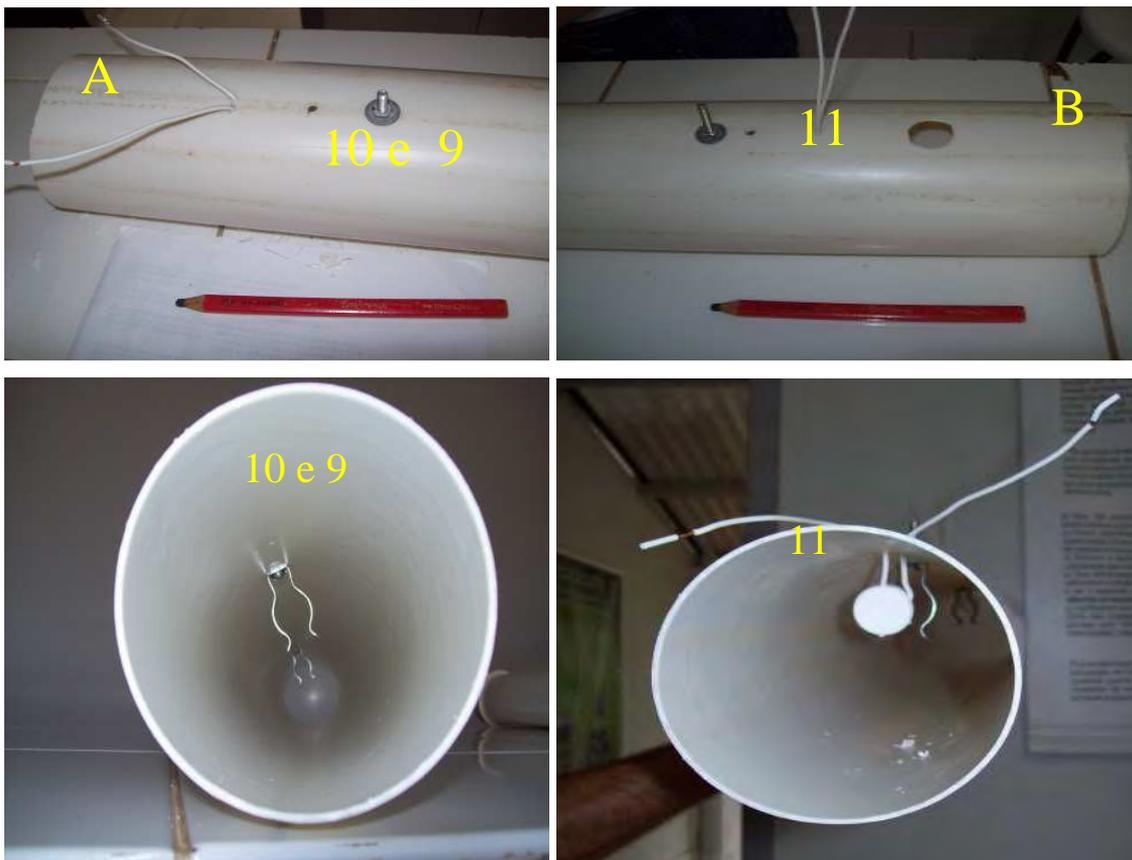


Figura X – (A B) Montagem de parte do sistema elétrico detalhando a fixação de materiais nas duas extremidades do tubo de 100 mm Ø. (10 e 9) Detalhe do suporte de fixação da lâmpada UVC e (11) plugue tipo soquete visualizado na parte interior do tubo.

Fonte: Adaptação de Araújo (2008)



Figura XI - Fixação do tubo de 75 mm Ø ao tubo de 100 mm Ø destacando-se os parafusos visualizados na Figura IX. A esquerda visualiza-se (A) o tubo de 75 mm Ø e (B) o tubo de 100 mm Ø já acoplados.

Fonte: Adaptado de Araujo (2008)

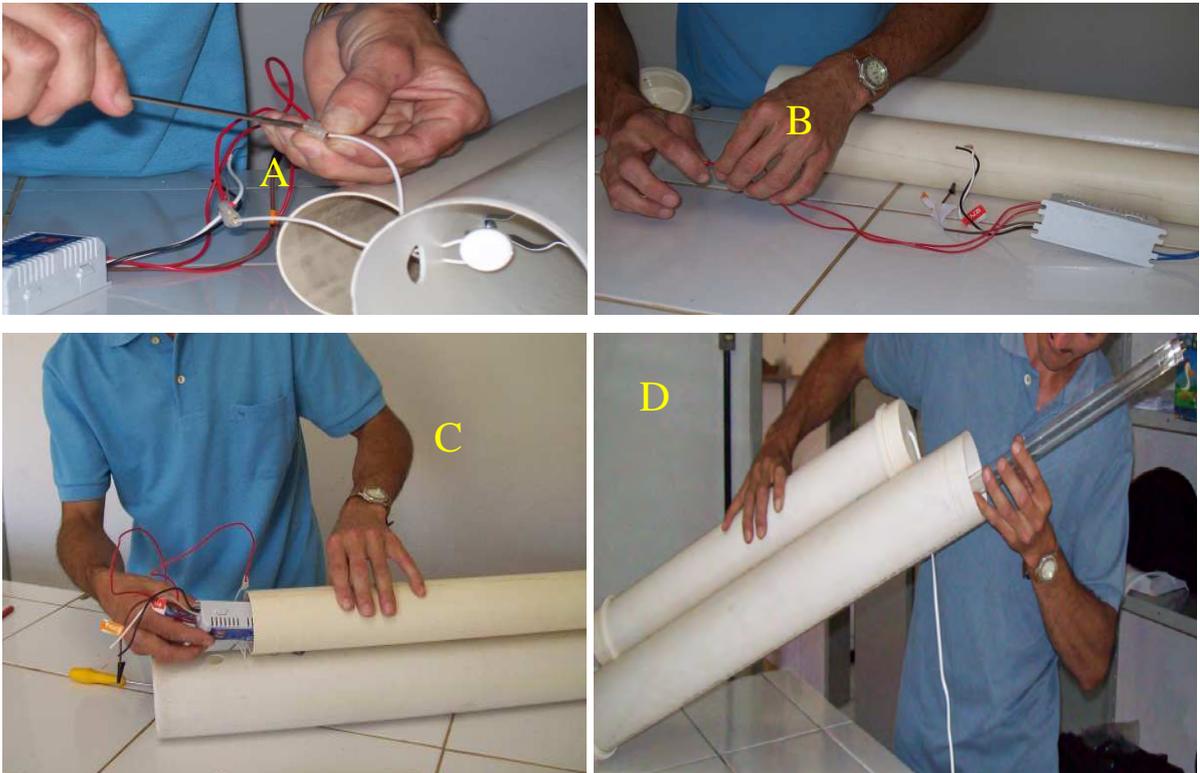


Figura XII – Após fixarem-se os dois tubos inicia-se a preparação para conectar o reator a lâmpada e aos fios condutores de energia elétrica.

(A e B) Reator sendo conectado aos fios do plugue da lâmpada tipo soquete e ao fio condutor de energia elétrica; (C) Reator sendo acomodado no interior do tubo de 75 mm Ø e já conectado aos fios; (D) Fixação da lâmpada de 20 W no interior do tubo de 100 mm Ø.

Fonte: Adaptado de Araujo (2008)



Figura XIII – Detalhe dos Caps de 100 mm Ø e 75 mm Ø e a direita a visualização da perfuração de um dos Caps de 75 mm Ø para passagem da fiação ligada ao reator permitindo a sua extensão aos fios condutores de energia elétrica.

Fonte: Própria



Figura XIV – Caps vedando um dos lados de cada um dos tubos e em destaque a passagem dos fios pelo caps do tubo de 75 mm Ø. À direita visualizamos a fiação condutora de energia, com plugue (macho), e o tubo de 100 mm Ø com a lâmpada já afixada pronta para conectar-se a rede elétrica de 220 V e conseqüente teste do sistema de elétrico do Tubo UV.

Fonte: Própria e Araújo (2008)

Montagem do sistema hidráulico/germicida



Figura XV – Preparação da saída da água tratada:

(A) Furo e marcação abaixo do centro do caps de 100 mm Ø; (B) Detalhe da fixação dos niples ao caps (importante sempre utilizar-se de fita veda rosca); (C) Fixação dos anéis de vedação; (D) Joelho LR afixado na parte externa do caps; (E) Vista externa do caps acoplado ao cano de 100 mm Ø por onde fluirá a água irradiada e possibilitará sua saída para coleta e uso.

Fonte: Própria e Araújo (2008)

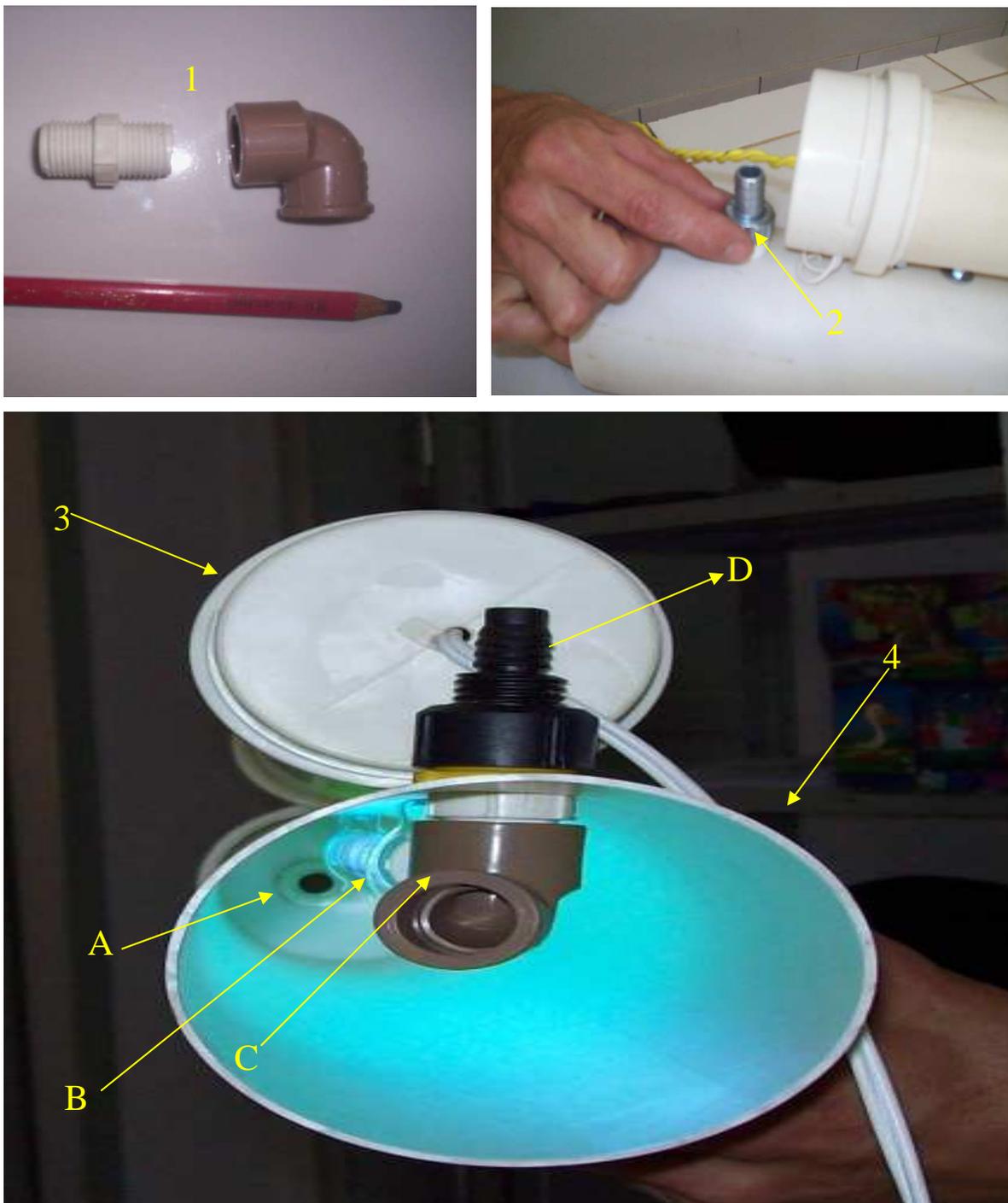


Figura XVI – Preparação da entrada da água a ser tratada:

(1) Parte dos materiais usados; (2) Visão externa e parcial do niple destinado ao engate de conexão para entrada de água não tratada; (3) Cano de 75 mm Ø; (4) Cano de 100 mm Ø; (A) detalhe do local destinado a saída da água irradiada localizada em nível abaixo da lâmpada UVC; (B) Lâmpada UVC fixada e acionada na parte superior do cano de 100 mm Ø; (C) Detalhe importante do joelho de 90° voltado para a parede do caps do cano de 100 mm Ø, evitando possível descarga de água sobre a lâmpada de UVC; (D) Visão externa do local destinado a entrada de água para ser tratada, neste caso, amostrando um adaptador para mangueira.

Fonte: Própria e Araújo (2008)

4.3. Etapa 03 – Vedação do Tubo UV e teste do sistema elétrico e hidráulico



Figura XVII – Teste de construção do Tubo UV:

(A) Caps de 75 e 100 mm Ø restantes a serem usados na vedação dos dois tubos que formam o Tubo UV; (B) Visualização do fechamento de um dos tubos; (C) Tubo UV conectado a rede elétrica para teste do sistema e da lâmpada UVC; (D) Mangueira conectada a uma fonte de água para alimentação do Tubo UV e teste do sistema hidráulico.

Fonte: Própria e Araújo (2008)



Figura XVIII – Tubo UV testado e pronto para instalação e uso.

Fonte: Própria

4.4. Etapa 04 – Instalação do Tubo UV

Depois de realizadas todas as etapas de confecção do Tubo UV pode aparentemente ser a etapa de instalação a de menor dificuldade ou exigência, porém é falsa esta sensação considerando que para o sucesso do uso do sistema é imprescindível a prévia e paralela sensibilização do usuário em processo educacional harmônico, participativo, reflexivo e crítico fazendo perceber a importância das questões sociais, ambientais e econômicas que interagem com a indispensável ação do uso de água potável.

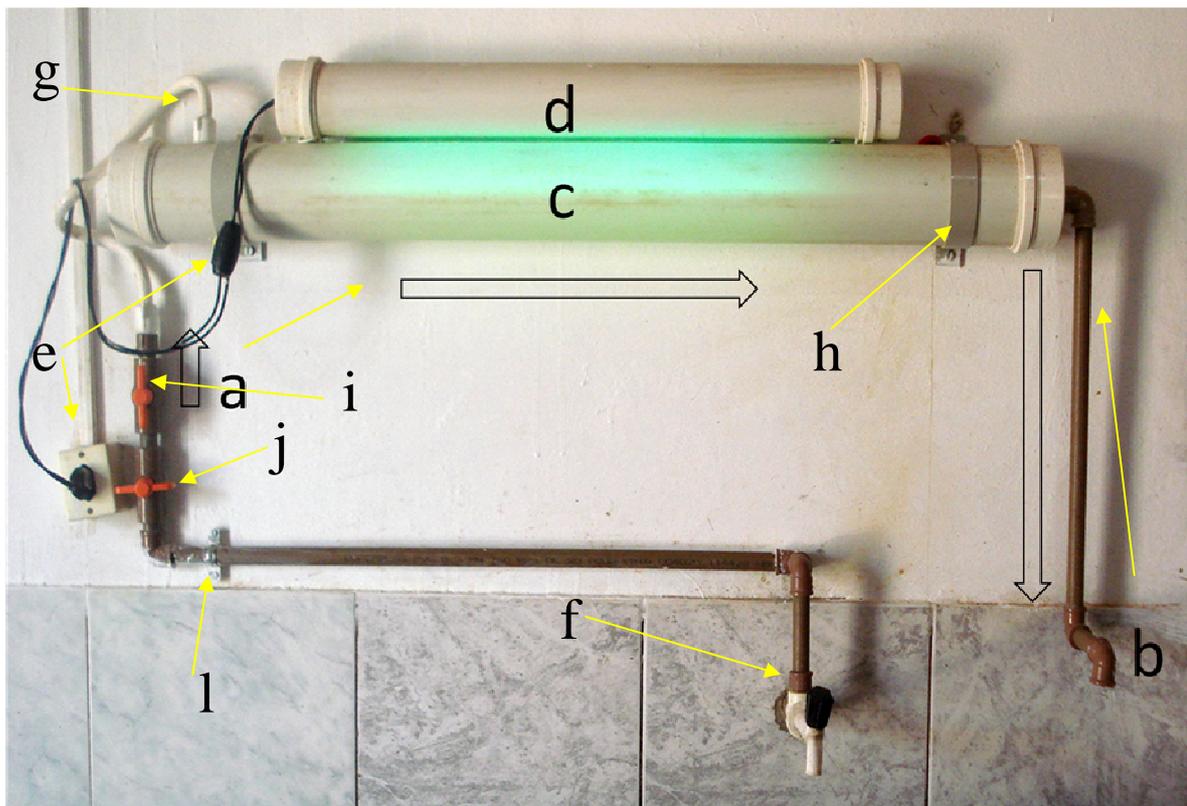


Figura XIX – Instalação do Tubo UV:

(a) Fluxo de entrada e saída da água para tratamento; (b) Saída da água irradiada; (c) Bulbo/tubo de 100 mm Ø responsável pelo sistema hidráulico/germicida detalhando o colorido proveniente da lâmpada UVC acionada; (d) Tubo responsável em acomodar e isolar o sistema elétrico; (e) Ponto de energia alimentador do sistema de acionamento da lâmpada UVC destacando-se o interruptor simples (liga/desliga) e plugue macho; (f) Ponto de água alimentador do sistema germicida; (g) Entrada de água conectada ao tubo por um engate plástico de caixa de descarga; (h) Abraçadeira e parafusos com bucha para fixação do Tubo UV; (i) Registro de pressão soldável utilizado para abrir e fechar a passagem de água para tratamento; (j) Registro de pressão soldável fixo utilizado para determinar uma taxa de fluxo permanente e ideal da água a ser irradiada; (l) Abraçadeiras para fixação dos canos.

Fonte: Adaptado de Araújo (2008)

Testes de eficiência germicida pesquisados por com Cohn (2002) indicaram eliminação total de patógenos a uma vazão de 05 litros de água/minuto (L/min.).

Considerando termos realizado um numero pequeno de testes do poder germicida da água tratada em todas as casas do ABE, Zé Doca, Maranhão, onde instalamos os sistemas (Tubo UV), em função dos elevados custos operacionais, resolvemos indicar uma taxa de 02L/min. garantindo maior margem de poder germicida.

Para tanto, é necessário adaptar um registro de pressão soldável, conforme visto na letra (j) para determinação deste fluxo isolando-o posteriormente e permitindo a operação de abrir e fechar da entrada de água apenas pelo registro identificado na letra (i) localizado acima do anterior.

Ressalta-se que uma ideal taxa do fluxo de água a ser irradiada para um eficaz tratamento germicida é determinada pela qualidade da água em tratamento que em função de sua turbidez, nível de contaminação, entre outros fatores, pode necessitar de maior ou menor aplicação de doses de radiação UV (mJ/cm^2).

Para maior eficiência do sistema evitando-se desperdício de energia, maior poder germicida e prolongamento da durabilidade da vida útil da lâmpada que, segundo informações de alguns fornecedores, pode atingir uma vida útil média de 5.000 a 7.000 horas de trabalho, aconselha-se liberação da água através do registro acima citado posteriormente ao acionamento do sistema elétrico desligando-o, imediatamente, ao término da operação e obtenção do quantitativo de água desejada.

O uso do Tubo UV como política pública pode ser ampliado em sua capacidade de vazão de água tratada quando requisitado para o atendimento de um número considerável de pessoas formando uma comunidade ou família. A junção de diversos Tubos UVs pode se dar para atendimento de chafariz comunitário, ou demais formas coletivas de tratamento comunitário de água.

Anexo V – Vídeo demonstrativo do poder germicida do Tubo UV



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA
VÍDEO DEMONSTRATIVO DA AÇÃO GERMICIDA DO TUBO UV**

