



I-383 – TRATABILIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS PARA COMUNIDADES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA GASODUTO COARI MANAUS

Andréia Rodrigues Gomes⁽¹⁾

Acadêmica de Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas.

Ítalo Lobato de Melo⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Luterano de Manaus – Ceulm/Ulbra, pós-graduando em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz de São Paulo.

Paulo Rodrigues de Souza⁽³⁾

Professor Adjunto MSc – Engenheiro Civil pela UFAM. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Doutorando em Recursos Hídricos pela COPPE/UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, Faculdade de Tecnologia, Campus Universitário, Coroado, CEP: 69077-000, Manaus, AM, Fone: (0xx92) 3634-8615, Celular: (0xx92) 8169-9043 e-mail: andtalk@hotmail.com

RESUMO

A realidade do Saneamento no Brasil melhorou com o passar dos anos. Em 1967 apenas 23% dos lares brasileiros eram servidos por água tratada, correspondente a cerca de 11,9 milhões de pessoas. Em 2000 este número subiu para 90%, porém os mais privilegiados com este crescimento foram as áreas urbanas (Daltro Filho *appud* IBGE 2000). As comunidades ribeirinhas da Amazônia, especialmente aquelas situadas em áreas de várzea, apesar de estarem localizadas em uma bacia hidrográfica com grande disponibilidade de água superficial, não dispõem de nenhuma forma de tratamento e de distribuição aceitável. O Projeto PIATAM, criado na Universidade Federal do Amazonas e financiado pela Petrobrás e FINEP, através de seu núcleo de Socioeconomia identificou, junto à população local, a necessidade de solução dos problemas relativos ao saneamento básico para as comunidades atendidas por aquele projeto, distantes dos grandes centros urbanos e, portanto, desassistidas das ações de infraestrutura promovidas pelo poder público. O PROJETO ÁGUA, criado no escopo do projeto PIATAM, tem por objetivo estudar soluções para o fornecimento de água potável para as comunidades por ele assistidas na área de influência do gasoduto Coari-Manaus, sob a responsabilidade da Petrobrás. Das nove comunidades assistidas pelo projeto, quatro serão contempladas em uma primeira fase. As comunidades contempladas serão: Santa Luzia da Ilha do Baixo, Nossa Senhora das Graças, Bom Jesus e Santo Antônio. Até maio de 2008, foram realizados estudos preliminares visando à implantação deste projeto nos anos seguintes. Este trabalho tem como objetivo relatar e analisar os aspectos relativos à quantidade e qualidade dos mananciais de água das comunidades Santa Luzia da Ilha do Baixo, Nossa Senhora das Graças, Bom Jesus e Santo Antônio localizadas na área de várzea do Rio Solimões no Estado do Amazonas. Os ensaios de tratabilidade demonstraram que as águas do Rio Solimões, apesar da alta turbidez, são de fácil tratamento. Devido à grande dispersão das casas nas comunidades e as constantes alagações, há necessidade de realização de estudos técnicos apurados visando à implantação dos sistemas de distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: Tratabilidade de água, comunidades ribeirinhas, saneamento básico.

INTRODUÇÃO

A realidade do Saneamento no Brasil melhorou com o passar dos anos, em 1967 apenas 23% das pessoas tinham água tratada, cerca de 11,9 milhões de pessoas (Daltro, Filho José 2004), enquanto em 2000 este número subiu para 90% (PNSB 2000, IBGE), porém os maiores privilegiados com este crescimento foram às áreas urbanas. As áreas rurais são constantemente esquecidas, ferindo os princípios de universalização do saneamento. De acordo com a OMS, a prática de uso de águas fora das condições de potabilidade é o que aumenta o risco de disseminação de doenças contagiosas, o Ministério da Saúde calcula que 72% das internações hospitalares são decorrentes de problemas com a água. No Brasil, o índice de doenças causadas por infecções está relacionado com microorganismos patogênicos existentes na água.

A resolução nº. 357/2005 CONAMA, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais. No que diz respeito as águas doces de classe II, lista a citada resolução que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento completo, além



de outros usos. No tratamento completo, também chamado de convencional, a água deve ser submetida a coagulação, floculação, sedimentação e filtração para a sua posterior distribuição (Di Bernardo 1993).

As comunidades ribeirinhas da Amazônia, assistidas pelo projeto PIATAM no trecho do gasoduto Coari-Manaus, apesar de se encontrarem em uma bacia hidrográfica com grande abundância de água, não dispõem de nenhum tipo de tratamento, fazendo o uso da mesma fora dos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde.

O Projeto PIATAM, criado na Universidade Federal do Amazonas e financiado pela Petrobrás e FINEP, através de seu núcleo de Sócioeconomia identificou, junto a população local, a necessidade de solução dos problemas relativos ao saneamento básico para estas comunidades distantes dos grandes centros urbanos, e portanto desassistidas das ações de infra estrutura promovidas pelo poder público. Foi criado, então, o PROJETO ÁGUA. Este Projeto tem como objetivo estudar alternativas viáveis, para posterior implantação, de sistemas de abastecimento de água potável nas comunidades assistidas pelo Projeto PIATAM, na área de influência do gasoduto Coari-Manaus. Nesta primeira fase do projeto serão contempladas as comunidades de Santa Luzia da Ilha do Baixo, Nossa Senhora das Graças, Bom Jesus e Santo Antônio.

Este trabalho tem como objetivo relatar e analisar os aspectos relativos à quantidade e qualidade dos mananciais de água nas comunidades ribeirinhas compreendidas no eixo do gasoduto Coari-Manaus. São apresentadas possíveis soluções para o condicionamento destas águas, tendo em vista a legislação vigente, apresentando resultados analíticos e conclusões sobre os métodos de tratamento que podem ser usados nas comunidades.

METODOLOGIA

Para a consecução desses objetivos foram realizadas visitas técnicas as comunidades, para levantamento dos aspectos físicos, tais como: topografia, cotas de cheia máxima e mínima, distância as fontes de captação, etc. Para auxiliar na identificação das fontes de abastecimento e dos acessos a cada comunidade foram coletados os pontos geográficos estratégicos de um GPS Etrex - Garmin.

As visitas foram realizadas por via fluvial, em embarcação cedida ao Projeto pela Petrobrás. Foi montando um laboratório contendo equipamentos necessários a realização de ensaios de tratabilidade da água por meio de *jar test* (ensaio de jarros), de titulometria e colorimetria de comparação visual.

Foram realizadas, em cada comunidade, a coleta de amostras de água superficial disponível, devidamente ambientalizadas e etiquetadas, para posterior análise no Laboratório de Saneamento da UFAM. Também foram realizados ensaios no laboratório montado na própria embarcação.

As amostras de água foram coletas seguindo os critérios de coleta descritos no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água e do Manual de Saneamento da FUNASA.

Para o ensaio de Jarros, foram coletadas amostras em dois recipientes de 10L cada, devidamente higienizadas e ambientalizadas com a amostra.

A temperatura ambiente e o pH foram medidas no ato da coleta, com auxílio de termômetros e tiras de pH com indicador colorido. O ponto amostrado teve sua localização registrada com auxílio de um GPS.

Os ensaios de Jarros foram realizados seguindo os critérios especificados no livro, Manual Prático de Análise de Água- FUNASA. O coagulante usado para o ensaio de *Jar Test* foi o Sulfato de alumínio à 10%. Foram utilizados cinco jarros, com a mesma amostra, mas com diferentes concentrações de coagulantes.

A coagulação foi realizada ajustando o aparelho para 100 Rpm. Adicionou-se uma concentração de 16,6mg/L, 25mg/L, 33mg/L, 41mg/L e 50mg/L, agitando por 3 min. Em seguida foi realizada a floculação, com a redução gradativa da velocidade de rotação de 50 Rpm por 10 min, 40 Rpm por 10 min e 30 Rpm por 10 min. Após a floculação desligou-se o aparelho deixando a amostra decantar por 40 min. Durante este intervalo de tempo foram coletadas amostras de 10 em 10 minutos para a realização de ensaios de turbidez. Os ensaios foram realizados com base no Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (2006).



A adição do produto químico foi feita em rotação rápida do aparelho (100 Rpm) visando reproduzir os gradientes obtidos em estações de tratamento, durante a fase de mistura rápida. Nas fases seguintes, buscou-se gradientes de velocidade menores diminuindo gradativamente a rotação (50 Rpm, 40 Rpm e 30 Rpm).

Para as análises de alcalinidade e dureza foram usados os métodos de titulação colorimétrica, descritas no Manual Prático de Análises de Água – FUNASA: Alcalinidade por Titulação com Ácido Sulfúrico e Dureza por titulação com EDTA.

O ensaio de ferro foi realizado com o auxílio método colorimétrico de comparação visual, com indicador de Fe-1Q Quant. A turbidez das amostras foi obtida pelo Método Nefelométrico com Turbidímetro Hach. Para obtenção da Cor, optou-se pelo método de comparação visual com discos colorimétricos. A condutividade foi avaliada pelo método de célula de condutividade. Todos estes ensaios foram realizados no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Amazonas.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

▪ Comunidade Santa Luzia do Baixo

Localizada em área de várzea baixa à margem esquerda do rio Solimões, a 15 km da sede do município de Iranduba, a comunidade Santa Luzia do Baixo, com 401 habitantes distribuídos em 45 casas, busca seu sustento em dois principais ambientes aquáticos: lagos (Grande, Acará-açu, Praia) e o Paraná do Baixo, todos de água branca (barrenta). Tem sua localização geográfica em 03°17'14.4"S 60°04'43,1"H, com uma elevação de 21m em relação ao nível do mar, e extensão total de aproximadamente 2.430m. Os comunitários utilizam a água bombeada diretamente do rio ou do paraná. Alguns domicílios fazem uso do poço raso.

Nos meses de estiagem o paraná seca quase que totalmente impossibilitando a coleta de água. Nesta época, a comunidade coleta a água em um lago relativamente distante. Este lago, porém, não apresenta água de boa qualidade devido à alta concentração de matéria orgânica em decomposição, baixo o nível de oxigênio e pelo forte cheiro da matéria orgânica decomposta.

A comunidade possui ainda um poço com 32m de profundidade. Este, porém, não é utilizado devido ao alto teor de ferro comum nas águas subterrâneas da região.

As Tabelas 1 e 2 contém os resultados das análises obtidas da comunidade Santa Luzia do Baixo.

Tabela 1: Resultados obtidos após os ensaios com a amostra S.LB: A-1.

Amostra	pH	Temp. °C	Turbidez UNT	Alcalinidade mg/l	Dureza mg/l	Cor uT	Condutividade em 200 µs	Ferro mg/l
Portaria 518/04 M.S.	5,5 9,5	-	15	150	500	5	120	0,3
S.L.B.: A-1	7,5	29	50,7	753	143,50	70	71,9	0,6

Tabela 2: Resultado do ensaio de jarros

Jarros	Turbidez em 10 min.	Turbidez em 20 min.	Turbidez em 30 min.	Turbidez em 40 min.	Ph
1	59,2	59,2	50,1	47,3	7
2	58	58,1	48,7	45,8	7
3	46,2	46,2	35,6	36,6	7
4	42,1	42,1	38	38,1	7
5	15,6	15,6	2,37	2,32	7

A água do Paraná pesquisada encontra-se em sua forma natural fora dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.



▪ Comunidade Nossa Senhora das Graças

Localizada em área de várzea, à margem direita do Solimões, com localização geográfica 03°20'34,3"S e 60°35'36,4"H, elevação de 25m em relação ao nível do mar, em frente à sede do município de Manacapuru. A comunidade utiliza dois mananciais de abastecimento: o lago Tamanduá e o rio Solimões, ambos de água barrenta.

Atualmente a água que abastece as famílias da comunidade, em sua maioria, pertence ao rio Solimões. Vivendo do cultivo de hortaliças e agropecuária a comunidade se estende por aproximadamente 5.000m na Costa da Ilha do Pesqueiro II, em 66 casas, totalizando cerca de 310 habitantes. Nos meses críticos de seca, compreendidos entre setembro e dezembro as famílias se deslocam para as proximidades de um barranco de aproximadamente 20m de altura, para coletar água.

A Comunidade possui como fonte alternativa de água, um poço com 20m de profundidade, a água fornecida pelo mesmo tem gosto levemente salgado que também é comum naquela região. Este poço serve como fonte de água para os meses de seca das casas mais distantes do Rio Solimões.

As Tabelas 3 e 4 contém os resultados das análises obtidas para esta comunidade.

Tabela 3: Resultados obtidos após ensaios com a amostra N.S.G: A-1

Amostra	Ph	T °C	Turbidêz UNT	Alcalinidade mg/l	Dureza mg/l	Cor uT	Condutividade em 200 µs	Ferro Mg/l
Portaria 518/04 M.S.	5,5 9,5	-	15	150	500	5	120	0,3
N.S.G.: A-1	7,9	28	24	11	38	80	42,9	1,2

Tabela 4: Resultados do ensaio de Jarros

Jarros	Turbidez em 10 min	Turbidez em 20 min	Turbidez em 30 min	Turbidez em 40 min	Ph
1	34,9	32,8	33,4	32,8	7
2	32,3	32,6	32,4	32,2	7
3	4,06	3,05	2,79	2,77	7
4	5,65	4,02	3,60	3,60	7
5	3,39	2,24	1,32	1,32	7

▪ Comunidade Bom Jesus

Localizada no Paraná do Iauara, município de Anamá, Bom Jesus é uma comunidade de várzea, tem sua posição geográfica 03°35'04,7"S e 60°56'02,8"H, a cerca de 26m de altitude em relação ao nível do mar. Atualmente possui cerca de 30 famílias, com cerca de 170 habitantes, cuja base econômica é a representada pela produção de malva.

O Paraná do Iauara e o lago, situado atrás da comunidade, são as principais fontes de abastecimento de água. Este paraná, nos meses de seca excessiva, devido ao baixo nível das águas, tem um aumento expressivo no teor de sólidos em suspensão e de turbidez.

Nesse mesmo período, o lago que se encontra atrás da comunidade seca, ficando a uma distancia de aproximadamente 600m. A comunidade usa esse lago como ponto de descarte da fibra não usada da malva. Sua decomposição compromete de sobremaneira a qualidade do mesmo.

As Tabelas 5, 6 e 7 contém os resultados das análises obtidas da comunidade Bom Jesus.

**Tabela 5 Resultados analíticos da amostra do Paraná do Iauara - B.J: A-1, e do Lago B.J: A-2.**

Amostra	Ph	T °C	Turbidez UNT	Alcalinidade mg/l	Dureza mg/l	Cor	Condutividade em 200 µs	Ferro
Portaria 518/04 M.S.	5,5 9,5	-	15	150	500	5	120	0,3
B.J.: A-1	7,5	28	26	180	20	70	71,9	0,1
B.J.: A-2	7	29	12,5	190	170	80	34,4	2,0

Tabela 6 Resultados do ensaio de Jarros (B.J: A-1)

Jarros	Turbidez em 10 min	Turbidez em 20 min	Turbidez em 30 min	Turbidez em 40 min	Ph
1	42,1	32,1	34,4	29,9	7
2	36,1	26,5	24,5	21,8	7
3	47,7	4,67	3,77	2,39	7
4	42,2	3,39	1,35	1,90	7
5	55,6	6,44	1,69	1,57	7

Tabela 7 Resultados do ensaio de Jarros (B.J: A-2)

Jarros	Turbidez em 10 min	Turbidez em 20 min	Turbidez em 30 min	Turbidez em 40 min	Ph em 40 min
1	22,2	17,4	16,1	13,2	7
2	17,8	14,0	12,8	11,0	7
3	16,9	5,75	3,28	3,22	7
4	20,8	12,1	1,99	1,28	7
5	24,0	2,80	2,75	1,95	7

▪ Comunidade Santo Antônio

Santo Antonio da Costa da Terra Nova está localizada no município de Anorí em área de Várzea baixa, possui sua localização geográfica 03°50'38,6"S e 60°39'49,7"H, e com uma altitude de 28m em relação ao nível do mar. Possui vários ambientes aquáticos que servem para o sustento da comunidade, que são os lagos do Aroanã, do Barão, da Samaúma, do Carão e da Mora, e o próprio rio Solimões, todos de água barrenta.

Esta Comunidade não possui energia elétrica e nem poços tubulares, não havendo outra forma de abastecimento senão o próprio rio Solimões.

Há cerca de 74 habitantes, divididos em 14 casas. A comunidade se estende por cerca de 340m, tem sua principal fonte de renda proveniente da pesca, cultivo de malva e extrativismo, tendo também atividades pecuárias.

A alternativa de tratamento de água principal utilizada pela é a filtração em potes de barro e a decantação natural da água.

As Tabelas 8 e 9 contém os resultados das análises obtidas esta comunidade.

Tabela 8 Resultados analíticos da amostra S.A: A-1

Amostra	pH	T °C	Turbidez UNT	Alcalinidade mg/l	Dureza mg/l	Cor	Condutividade em 200 µs	Ferro
Portaria 518/04 M.S.	5,5 9,5	-	15	150	500	5	120	0,3
S.A.: A-1	7	28	41,0	465	49	60	71,2	0,1



Tabela 9 Resultados do ensaio de Jarros (S.A: A-1)

Jarros	Turbidez em 10 min	Turbidez em 20 min	Turbidez em 30 min	Turbidez em 40 min	pH
1	57,8	41,9	41,1	40,5	7
2	53,9	47,7	45,0	42,9	7
3	50,9	20,4	17,9	12,2	7
4	53,0	4,76	4,80	4,77	7
5	47,3	4,73	4,53	4,51	7

As figuras de 1 a 5 ilustram gráficos de turbidez remanescente obtidos durante os ensaios de Jar-Test para as comunidades especificadas.

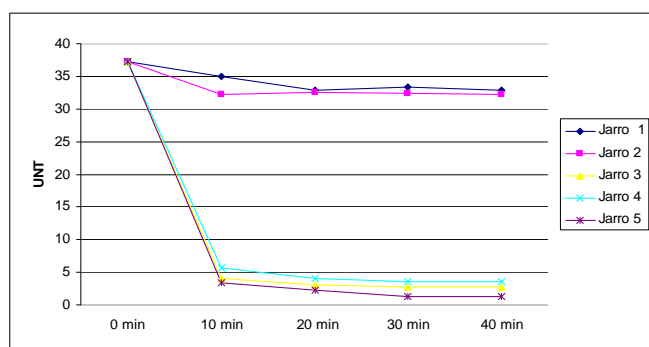


Figura 1- Gráfico da turbidez remanescente da Comunidade Santa Luzia do Baixo (Amostra S.L.B: A-1)

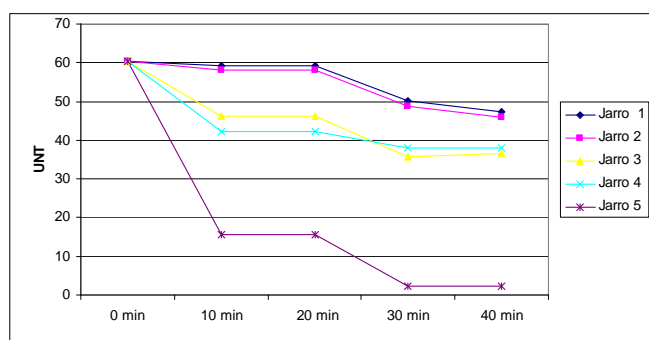


Figura 2 - Gráfico da turbidez remanescente da Comunidade Nossa Senhora das Graças (Amostra N.S.G: A-1)

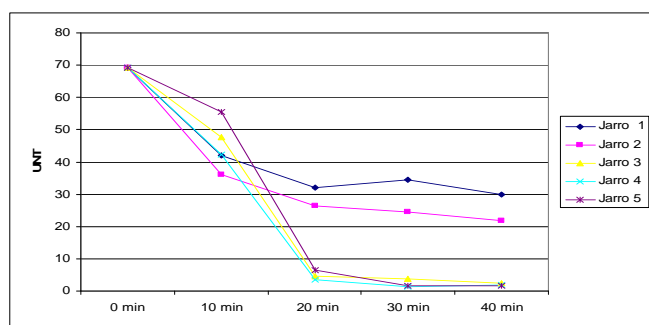


Figura 3 - Gráfico da turbidez remanescente da Comunidade Bom Jesus (Amostra B.J: A-1)

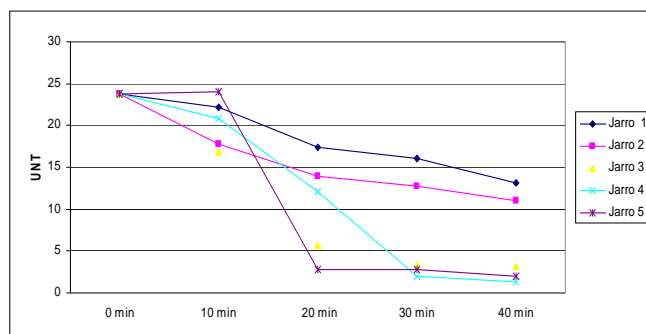


Figura 4 - Gráfico da turbidez remanescente da Comunidade Bom Jesus (Amostra B.J: A-2)

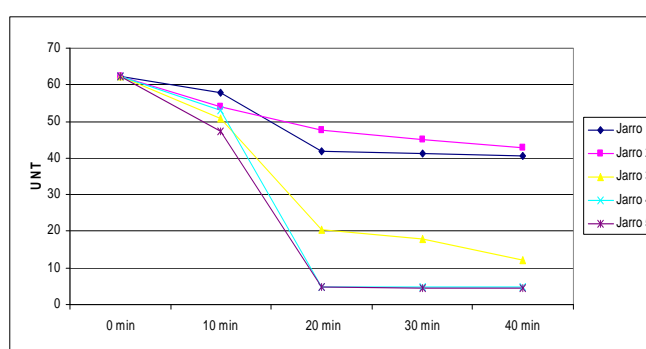


Figura 5– Gráfico da turbidez remanescente da Comunidade Santo Antônio (Amostra S.A: A-1)

Com base nas informações obtidas pelo estudo, em busca de uma dosagem ideal para coagulação da água coletada, observou-se que os resultados obtidos com o jarro de número 5 foi o que resultou em menor turbidez remanescente em um curto intervalo de tempo.

Salienta-se que os ensaios foram realizados segundo as condições naturais da água bruta, sem correção de pH, e sem o tratamento complementar de filtração. Sendo assim dosagens de aproximadamente 30mg/L podem ser utilizadas como referência para eventual projeto e nas condições encontradas na época de realização dos ensaios.

Ressalta-se também, que a alternativa de perfuração de poços tubulares pode não ser a mais viável, tendo em vista o recorrente relato de teor de ferro excessivo e do grau de salinidade desta água. A fonte de abastecimento superficial é, portanto, a alternativa mais viável.

Devido à grande dispersão das casas em praticamente todas as comunidades estudadas, em pontos mais isolados, haverá necessidade de fontes alternativas. Neste caso a fonte subterrânea deverá receber tratamento específico de oxidação e filtração para redução do teor de ferro. A fonte atmosférica também poderá ser realizada nestes pontos isolados após a mineralização da água captada.

Quanto a distribuição, a grande dispersão das casas e, as vezes, o próprio isolamento de algumas unidades, torna bastante difícil a implantação de redes. Mesmo assim, recomenda-se um estudo pormenorizado das alternativas para esta distribuição. Este estudo deverá contemplar tecnologias e materiais adequados, estudos topográficos, sustentabilidade energética e necessidade de sistemas alternativos para as unidades isoladas.

CONCLUSÕES

De modo geral, depois os ensaios demonstraram que as águas do Rio Solimões são de fácil tratamento.

O sulfato de Alumínio mostrou-se um excelente agente de floculação tratando a água com eficiência de pelo menos 90%, reduzindo a turbidez para valores abaixo de 5UNT, sem o recurso da filtração.



Há necessidade de realização de estudos técnicos visando à implantação de sistemas de tratamento e de distribuição, tais como estudos de sustentabilidade energética, e a indicação da tecnologia mais adequada para cada comunidade.

Pretende-se, a partir dos resultados obtidos neste estudo, elaborar novos estudos e projetos visando a adoção e implantação do sistema de tratamento e de distribuição adequados para cada comunidade.

REFEÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DALTRO, FILHO JOSÉ, Saneamento Ambiental: doença, saúde e o saneamento da água/ José Daltro Filho, UFS-2004.
2. PHILIPPI JR, ARLINDO - Saneamento, saúde e ambiente : fundamentos para um desenvolvimento sustentável /editor. – Barueri, SP : Manole, 2005. – (Coleção Ambiental; 2).
3. DI BERNARDO, LUIZ - Métodos e técnicas de tratamento de água, volume II / Luiz Di Bernardo. – Rio de Janeiro : ABES, 1993.
4. Brasil. Fundação Nacional de Saúde. - Manual de saneamento. 3a.ed. ver. 1a Reimpressão – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
5. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. - Portaria MS n. 518, de 25 de março de 2004.
6. Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357 CONAMA, de 17 de março de 2005.
7. Presidência da República Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos, LEI Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.