

Universidade Brasil  
Campus de São Paulo

ANA PATRÍCIA DIAS DA CUNHA NEPOMUCENO

CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E CASOS DE DIARREIA POR VEICULAÇÃO  
HÍDRICA EM CRIANÇAS DO MUNICÍPIO DE AFUÁ - PA

São Paulo, SP  
2018

Ana Patrícia Dias da Cunha Nepomuceno

CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E CASOS DE DIARREIA POR VEICULAÇÃO  
HÍDRICA EM CRIANÇAS DO MUNICÍPIO DE AFUÁ – PA

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo, SP

2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

N362c Nepomuceno, Ana Patrícia Dias da Cunha

Condições de saneamento e casos de diarreia por veiculação hídrica em crianças do município de Afuá. / Ana Patrícia Dias da Cunha Nepomuceno. São Paulo, SP: Universidade Brasil, 2018.

62 f. il. color.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil.

1. Saneamento básico 2. Recursos hídricos municipais 3. Doenças de veiculação hídrica I. Título

CDD 577

Termo de Autorização

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página  
WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses  
da CAPES**

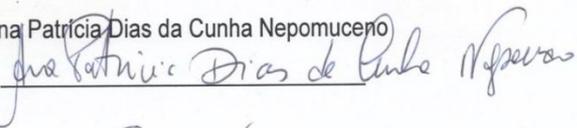
Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

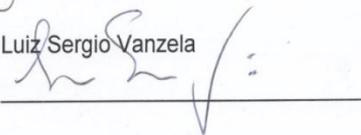
Título do Trabalho: "CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E DOENÇAS DE  
VEICULAÇÃO HÍDRICA EM CRIANÇAS DO MUNICÍPIO DE AFUÁ - PA"

Autor(es):

Discente: Ana Patrícia Dias da Cunha Nepomuceno

Assinatura: 

Orientador: Luiz Sergio Vanzela

Assinatura: 

Data: 29/outubro/2018

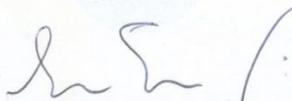


TERMO DE APROVAÇÃO

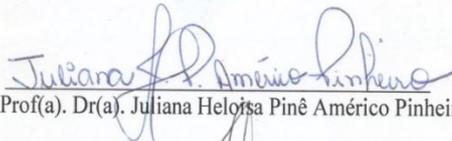
ANA PATRÍCIA DIAS DA CUNHA NEPOMUCENO

“CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA  
EM CRIANÇAS DO MUNICÍPIO DE AFUÁ - PA”

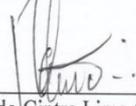
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Luiz Sergio Vanzela (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro (Universidade Brasil)



Prof(a). Dr(a). Ronaldo Cintra Lima (UNESP)

Fernandópolis, 29 de outubro de 2018.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Luiz Sergio Vanzela

*Há uma hora certa,  
no meio da noite, uma hora morta,  
em que a água dorme.  
Todas as águas dormem:  
no rio, na lagoa,  
no açude, no brejão, nos olhos d'água,  
nos grotões fundos  
E quem ficar acordado,  
na barranca, a noite inteira,  
há de ouvir a cachoeira  
parar a queda e o choro,  
que a água foi dormir...  
Águas claras, barrentas, sonolentas,  
todas vão cochilar.  
Dormem gotas, caudais, seivas das plantas,  
fios brancos, torrentes.  
...e chorando, a noite toda,  
porque a água dos olhos  
nunca tem sono...*

**Guimarães Rosa**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por iluminar a trilha do meu saber e pela força para vencer as batalhas do cansaço e continuar meus estudos.

À minha família, pelo incentivo e amor mútuo me apoiaram nos momentos mais difíceis e nunca desistem de mim. Agradeço de todo coração por permanecerem comigo na luta resiliente da vida e incansáveis na caminhada deste trabalho.

Aos colegas de mestrado, por me acompanharem nesta jornada.

A todos os demais colegas, “pelo ouvido”, e pela ajuda que me concederam quando necessitei.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela, pela paciência e pela atenção, compromisso e suporte constante ao trabalho. Agradeço aos docentes do curso, pelas orientações, pelos ensinamentos prestados, e pelo exemplo de compromisso e dedicação que fazem de seu labor um exemplo a ser seguido!

À Coordenação da Vigilância Sanitária do Município de Afuá, na pessoa do funcionário da Secretaria de Saúde do Município de Afuá Joésio Rodrigues da Silva, por ceder informações sobre a qualidade da água do ano de 2016, vindas em Relatórios de estudos do Laboratório Central – LACEN/PA para contribuir com informações para pesquisa e o apoio que também foi constante na caminhada de amadurecimento dessa pesquisa.

À amiga e professora Waldenise Guedes pelo auxílio na revisão dos textos e olhar clareador na sistematização das ideias no/do texto.

## CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E CASOS DE DIARREIA POR VEICULAÇÃO HÍDRICA EM CRIANÇAS DO MUNICÍPIO DE AFUÁ – PA

### RESUMO

A região Norte do Brasil, que embora seja a de maior abundância hídrica do País, apresenta graves problemas relacionados ao saneamento básico, resultando em impactos ao meio ambiente e a saúde pública. Desta forma, avaliou-se a relação entre as condições de saneamento básico e a ocorrência de diarreia em crianças de 0 até 11 anos no município de Afuá/PA. Realizou-se o levantamento de variáveis intrínsecas ao saneamento básico como: qualidade de água para consumo humano, sistema de abastecimento de água e as condições do esgotamento sanitário nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia. Concluiu-se que a qualidade da água é imprópria para o consumo humano, com necessidade de implantação emergencial de um sistema padronizado e adequado para o tratamento e distribuição de água na área urbana. O maior percentual de crianças diagnosticadas com diarreia se correlacionou com o seguinte perfil de saneamento: fonte de água originada das estações públicas de tratamento e dos Igarapés, o transporte de água por tubulações do sistema público, água tratada quimicamente e residências com disposição de esgotos em fossas rudimentares. Em função dos graves problemas observados, recomenda-se de forma emergencial que os sistemas de tratamento e distribuição de água sejam modernizados e que seja construído um sistema de coleta e tratamento de esgotos com tecnologia adaptada para regiões de igarapés e sujeitas a inundações.

**Palavras-chave:** Saneamento básico, Recursos hídricos municipais, Doenças de veiculação hídrica.

## **SANITATION CONDITIONS AND CASES OF DIARRHEA IN CHILDREN BY CONTAMINATED WATER IN THE MUNICIPALITY OF AFUÁ – PA**

### **ABSTRACT**

The North region of Brazil has the highest abundance of water Country, however presents serious problems related to basic sanitation, resulting in significant impacts to the environment and public health. Therefore, in this work, it was evaluated the relationship between the basic sanitation conditions and the occurrence of diarrhea in children from 0 to 11 years old in the municipality of Afuá/PA. Was conducted surveys of variables intrinsic to the sanitation as: the quality of water intended for human consumption, water supply system and sanitation conditions in the homes of the children diagnosed with diarrhea. It was concluded that the quality of water is unfit for human consumption, with need for emergency deployment of a standard system and suitable for the treatment and distribution in urban area. The highest percentage of children diagnosed with diarrhea, correlated with the following profile sanitation: water source originates from public treatment stations and Streams (Igarapés); water transport is conducted by public system pipes; the water is chemically treated and the sewers of the residences are placed in rudimentary cesspools. As a result of serious problems observed, it is recommended that emergency treatment systems and waterworks are modernized, with technology adapted to streams (igarapés) and regions prone to floods.

**Keywords:** Basic Sanitation, Municipal Water Resources, water borne diseases.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cadeia de valor do abastecimento de água envolve seis grandes etapas (Adaptado de ABDI, 2014). .....	24
Figura 2. Localização da região do Furo de Breves, onde está situado o município de Afuá – PA. ....	26
Figura 3. População urbana na Amazônia Legal em 2000.....	29
Figura 4. Localização do município de Afuá - PA.....	32
Figura 5. Localização das zonas urbanas definidas de acordo com a hidrografia da área urbana de Afuá - PA.....	34
Figura 6. Fichas de controle de entrada na Unidade de Saúde da cidade de Afuá e das quais foram obtidos o total e endereço das crianças diagnosticadas com diarreia (cuidado para manter sigilo sobre dados particulares na ficha). ....	35
Figura 7. Fossa rudimentar utilizada nas residências para a disposição do esgoto no município de Afuá-PA.....	38
Figura 8. Solução Alternativa Individual utilizada para coleta de água do igarapé no município de Afuá-PA.....	39
Figura 9. Comparação entre as médias de turbidez da água de abastecimento, entre as zonas norte e sul no município de Afuá – PA no geral em cada período avaliado.....	40
Figura 10. Distribuição espacial dos valores de turbidez encontrados na água de abastecimento da área urbana do município de Afuá – PA ao longo do período avaliado. ....	41_Toc536001939
Figura 11. Comparação entre as médias de concentração de cloro residual total (CRT) na água de abastecimento, entre as zonas norte e sul no município de Afuá – PA no geral (a) e ao longo do período avaliado (b).....	42
Figura 12. Distribuição espacial da concentração de cloro residual total encontrados na água de abastecimento da área urbana do município de Afuá – PA ao longo do período avaliado.....	44
Figura 13. Intervalo de confiança de 95% do percentual de amostras com presença de <i>E. coli</i> da água de abastecimento público do município de Afuá – PA em todo período avaliado (a) e por mês avaliado (b).....	45

Figura 14. Local de captação de água no rio Cajuuna para o abastecimento público.....	46
Figura 15. Tanques da Estação de Tratamento de Água - ETA da COSANPA que não estão em funcionamento no município de Afuá.....	47
Figura 16. Bombas de captação e distribuição de água da ETA da COSANPA. ....	48
Figura 17. Distribuição espacial da presença de <i>Escherichia coli</i> na água de abastecimento público da área urbana do município de Afuá - PA. ....	49
Figura 18. Localização das residências das crianças de até 11 anos diagnosticadas com diarreia entre o período de fevereiro e outubro de 2016.....	50
Figura 19. Fonte de água utilizada pelas crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (**) e coeficiente de contingência (C*).	52
Figura 20. Método de coleta e transporte de água utilizada pelas crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (**) e coeficiente de contingência (C*).....	53
Figura 21. Alguns locais onde se encontram a rede de distribuição de água do município de Afuá – PA.....	53
Figura 22. Método de tratamento de água utilizada pelas crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (**) e coeficiente de contingência (C*).....	54
Figura 23. Método de disposição de esgotos utilizada nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (**) e coeficiente de contingência (C*).....	55
Figura 24. Visão geral das ruas e das casas da área urbana do município de Afuá – PA.....	55
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município de Afuá 2010. Disponível em <a href="https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/afua/panorama">https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/afua/panorama</a> Acesso em 30 ago. 2018. ....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Déficits de redes de abastecimento de água por região do Brasil.....	25
Tabela 2. Vetores e formas de transmissão de doenças relacionadas com a deficiência no saneamento ambiental. ....	28
Tabela 3. Déficit de redes coletoras de esgoto nas regiões brasileiras.....	28
Tabela 4. Casos de doenças diarreia aguda no município de Afuá, entre 2009 e 2013, por idade. ....	31
Tabela 5. Padrões para classificação da qualidade de água para consumo humano no Brasil (BRASIL, 2011). ....	35
Tabela 6. Variáveis que definem as condições de saneamento da água nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia.....	36
Tabela 7. Casos de diarreia no município de Afuá nos anos de 2016 e 2017.....	50
Tabela 8. Atendimentos médicos e planos de atenção básica, urgência e emergência em Afuá nos anos de 2016 e 2017.....	51

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	16
2.1. Doenças de veiculação hídrica.....	16
2.2. Qualidade e abastecimento de água .....	20
2.3. Sistemas de transporte e abastecimento de água .....	23
2.3.1. Município de Afuá.....	25
2.4. Sistemas de coleta e tratamento de esgotos.....	27
2.4.1. Afuá e suas características .....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3.1. Localização e características socioeconômicas da área do estudo .....	32
3.2. Variáveis analisadas.....	33
3.3. Qualidade da água do abastecimento público.....	34
3.4. Condições de saneamento da água.....	35
3.5. Abastecimento de água.....	36
i. Origem da água.....	36
ii. Método de coleta ou transporte da água .....	37
iii Método de tratamento da água .....	37
3.6. Disposição do esgoto .....	38
i. Método de disposição do esgoto.....	38
3.7. Análises estatísticas.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. QUALIDADE DE ÁGUA DO ABASTECIMENTO.....	40
4.1.1. Turbidez .....	40
4.1.2. Cloro residual total - CRT .....	42
4.1.3. <i>Escherichia coli</i> .....	45
4.2. CONDIÇÕES DE SANEAMENTO DA ÁGUA.....	50
4.2.1. Crianças diagnosticadas com diarreia.....	50
4.2.2. Abastecimento e tratamento de água.....	51
4.3. Disposição do esgoto .....	54
5. CONCLUSÕES .....	57

## 1. INTRODUÇÃO

No mundo uma das maiores disponibilidades hídricas concentra-se no Brasil e, que, apesar dessa realidade, não há distribuição igualitária, uniforme de água entre as regiões brasileiras (NEU et al., 2016) concentrando-se a maior parte no Norte do Brasil.

Considerando-se a relação entre densidade demográfica e disponibilidade de água, entre as diversas regiões do país, têm-se os seguintes números: região Nordeste 34,15 hab km<sup>-2</sup> tem 3,3% de recursos hídricos; região Centro-Oeste: 8,75 hab km<sup>-2</sup> tem 15,70% de recursos hídricos; região Sudeste 86,92 hab km<sup>-2</sup> tem 6,00% de recursos hídricos; região Sul 48,58 hab km<sup>-2</sup> tem 6,50% de recursos hídricos; e região Norte 4,12 hab km<sup>-2</sup> tem 68,50% de recursos hídricos, dos quais, a maior parte, encontram -se nos rios da Bacia do Amazonas (IBGE, 2010). Todavia, embora haja abundância, apenas 1% das águas dos rios da região amazônica são próprias para consumo (NIEMEYER, 2012).

Segundo Barros e Amin (2008), os corpos hídricos vêm sendo afetados considerando-se a relação entre aumento populacional e crescimento econômico; como consequência tem-se a degradação ambiental, cujos maiores impactadores são a indústria e a agricultura (NIEMEYER, 2012) e a ausência de saneamento básico, o qual, por sua vez, acarreta problemas de saúde pública devido a contaminação das águas.

De acordo com Neu et al. (2016) em obra intitulada Características físico-química e biológica das águas na região insular de Belém, somente 45,3% dos domicílios são contemplados pela rede geral de abastecimento (Estação de Tratamento de Água) e 10,5% da população obtêm água de fontes alternativas (igarapé, poços).

Na Amazônia são 24,3% dos domicílios e no estado do Pará 23% (IBGE, 2010). Importante ressaltar que a maioria da população ribeirinha desconhece os perigos do uso de água sem o devido tratamento, o que resulta em alto índice de doenças contraídas por meio da água contaminada.

O Arquipélago do Marajó está integralmente situado no estado do Pará e é formado por um conjunto de ilhas que constitui a maior ilha fluvial do mundo, com

49.606 km<sup>2</sup>. É formada por cerca de 2.500 ilhas sendo a principal a ilha do Marajó, com 49 mil km<sup>2</sup> (BRASIL, 2018).

O município de Afuá – PA está localizado na microrregião de Furo de Breves, Arquipélago do Marajó e é considerada uma Veneza Marajoara<sup>1</sup> Entretanto, com sua infraestrutura aparentemente satisfatória para os que a conhecem pela vitrine do turismo, apresenta diversas mazelas sociais e ambientais. A população estimada em 2015 foi de 37.398 habitantes, distribuídos em uma área de 8.372,795 km<sup>2</sup> (IBGE 2015). O índice de desenvolvimento humano (IDH) do município é baixo (IDH = 0,489), em comparação a média dos municípios brasileiros, conforme discorre no Atlas Brasil de 2010.

O interesse pela pesquisa foi motivado devido aos problemas de saúde recorrentes no município, em especial a diarreia, que provavelmente se deve a situação precária do saneamento básico em toda a cidade.

Diante disso o objetivo geral da pesquisa é de Avaliar a relação entre as condições do sistema de saneamento e os casos de diarreia por veiculação hídrica nas crianças do município de Afuá - PA.

Para tanto sistematizamos em objetivos específicos da seguinte maneira: Levantar a quantidade e endereço das crianças diagnosticadas com diarreia na cidade do município de Afuá em 2016; Avaliar a qualidade de água de abastecimento em 2016, quanto aos parâmetros turbidez, cloro residual total e *Escherichia coli*; Levantar as características dos sistemas de abastecimento de água e disposição de esgotos nas residências das crianças que deram entrada na Unidade Mista de saúde da cidade com diarreia na sede do município em 2016; Identificar quais as características dos sistemas de abastecimento de água e disposição de esgotos pode estar associado à ocorrência de doenças de veiculação hídrica nas crianças.

---

<sup>1</sup> O nome Veneza Marajoara foi dado em analogia à Cidade Italiana de Veneza. A cidade foi construída sobre as águas, no bioma Amazônico em terreno de várzea, que é totalmente inundado com as enchentes das águas de março, segundo Almeida (2010) na obra **Educação Ribeirinha na Amazônia**. São Leopoldo: Oikos, 2010.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Doenças de veiculação hídrica

A evolução de pensamento ou mudança de “visão de mundo” sobre as diversas situações ocorridas na evolução da história da humanidade e as novas concepções de mundo teocêntrica, antropocêntrica e egocêntrica ocorreu em períodos longos da história do desenvolvimento e da criação de ‘técnicas apropriadas’.

Tal situação ocorreu devido à necessidade do enfrentamento de desafios impostos pelos fenômenos naturais, percebidos e tratados, diferenciadamente, em conformidade também com os diversos momentos de culturas e tradições, buscando qualidade e conquista de espaço e recursos, os quais eram geridos de acordo com as possibilidades e avanços do conhecimento de cada período histórico (O CURSO DA ÁGUA NA HISTÓRIA, 1998).

Historicamente a água foi considerada sagrada e revestida com forte conteúdo simbólico, esteve - e em alguns lugares ainda está - presente em mitos e lendas de diversas culturas no mundo todo.

Da história antiga passando pela idade média, do mundo antigo e sacralizado, até a concepção do homem como centro de todas as coisas, da independência do homem e da liberdade de pensamentos do renascimento, do mundo moderno, secularizado e pluralista, baseado na cientificidade e no tecnicismo, a água sempre esteve presente como substância essencial para vida.

Para todos os processos produzidos pelas sociedades de cada época histórica refletindo sobre o uso da água e as problemáticas ambientais que exige novas concepções e visões de mundo para a forma de gerenciá-la de modo que todas as gerações tenham acesso, o desafio de preservar esse bem natural, não foi e não é – de fato – uma preocupação latente da sociedade, mesmo que já esteja vivendo sua escassez.

Em “*A História da riqueza dos homens*” de Leo Huberman (2008) o autor discorre nos vinte e dois capítulos de sua obra, sobre todo processo histórico desde o feudalismo até o paradoxo entre a lógica do capital (lucro) e a pobreza, mazelas sociais dos que ficam à margem de todo processo produtivo que incentiva o individualismo e a livre concorrência tendo como consequência os diversos fatores

que afetam em maior escala a saúde da população menos abastada, sofridas pelas ausências dos direitos humanos básicos e daqueles estabelecidos nas diversas legislações nacionais e internacionais.

Em tempo, vale ressaltar que as modificações ambientais estão diretamente relacionadas a cada retirada e utilização da biodiversidade como insumos básicos para todo e qualquer processo produtivo. Santos (2006) discorre sobre a mudança dos espaços geográficos e a necessidade de considerar nas análises da geografia todo movimento social e a dinâmica do espaço, pois o espaço das sociedades em movimento permanece como produto da ação humana e suas rugosidades.

Nesse sentido a água é considerada um recurso natural precioso, um bem público, um direito de todos. Mas na prática a água ainda “é considerada” como recurso natural inesgotável seja pela população de modo geral, seja pelos grandes empreendimentos capitalistas e suas metas cada vez mais exigente de ganhos e margens de lucros sem, contudo, atender às Legislações vigentes no Brasil e no Mundo.

A Legislação ambiental brasileira alcança os diversos impactos ambientais provocados por empresas e organizações que utilizam como insumos e matérias primas do meio ambiente em geral, além disso, a destinação dos resíduos, efluentes e emissões resultantes dos processos produtivos não é prioridade.

Todavia a aplicabilidade da legislação ambiental e suas consequências aos órgãos/empresas que poluem e impactam não só a biodiversidade, mas acima de tudo mudam para sempre vidas humanas, não ocorrem na mesma proporção que os impactos provocados.

Um exemplo foi o ocorrido em 2015 com o rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Samarco, cujos proprietários são a Vale e a anglo-australiana BHP, que causou uma enxurrada de lama que inundou várias casas no distrito de Bento Rodrigues, em Mariana, na região central de MG e pelo vazamento de rejeitos de bauxita da barragem da mineradora Hydro<sup>2</sup>.

No que concerne ao acesso à água potável para consumo humano, o Ministério da Saúde utiliza como parâmetro de controle a Portaria 2914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade acompanhamento necessário à qualidade da

---

<sup>2</sup> Empresa norueguesa instalada no Município de Barcarena, estado do Pará que até o momento não foram criminalizadas pelo impacto ambiental talvez devido aos “ajustes” feitos junto a funcionários dos órgãos fiscalizadores.

água, visto que com os diversos processos produtivos cada vez mais intensificados e a evolução do número de pessoas em nosso planeta, o acesso à água de qualidade também será um grande desafio.

A Agência Nacional de Água – ANA é responsável por regulamentar e gerir os recursos hídricos em território nacional discorre que são 40 milhões de brasileiros que não tem acesso à água potável, em que 21 milhões desses estão em áreas rurais. É importante considerar que apenas 46% dos domicílios brasileiros tem coleta de esgoto (PERES, 2014).

Outro ponto a considerar sobre o caminho das águas disposto na Constituição de 1988 e a Assembleia Geral da ONU de 2011, é o reconhecimento formal do direito à água e o saneamento básico.

De acordo com o Fundo das Nações Unidas (UNICEF, 2017) e da Organização Mundial da Saúde – OMS cerca de 2,4 bilhões de pessoas no mundo não dispõe de acesso a serviços de saneamento básico e água potável, ou seja, a relação entre água de qualidade para consumo e bons hábitos de higiene são fundamentais para saúde (UNICEF - Progresso em Água potável, Saneamento e Higiene, 2017)

A falta da água com qualidade e saneamento básico provoca diversos problemas de saúde e expõe famílias inteiras às doenças como micoses, doenças de pele, diversas doenças de veiculação hídrica (diarreia, hepatite A, febre tifoide e paratifoide, cólera e parasitoses). Elas e são comuns em locais sem saneamento básico e deficiência de água potável.

Em reportagem intitulada ‘O caminho das águas’ (pág.10) postada na Revista RADIS n.º147 de 2014 da Fundação Oswaldo Cruz, o professor Paulo Barrocas explica que o termo correto para classificar as doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado – DRSAI estão associadas à deficiência no abastecimento de água e a inexistência ou deficiência de esgotos sanitários.

No atual cenário brasileiro, os índices de proliferação dessas doenças, é considerado alto. Os dados mais recentes disponíveis no site do Datasus/MS, referentes ao período de janeiro a setembro deste ano, sobre internações por doenças diarreicas, mostraram 212 mil internações em todo país, sendo a maioria, cerca de 50%, na região Nordeste. Em relação à hepatite A, foram diagnosticados 2,8 mil casos em 2014, sendo a maior incidência no Norte e Nordeste, com 39% e 36%, respectivamente. De acordo com a ONU, 3,5 milhões de pessoas morrem no mundo, anualmente, por problemas relacionados ao fornecimento inadequado da água, à falta de saneamento e à ausência de políticas de higiene. Por outras palavras. (...) se não temos sistemas de esgotamento sanitário, as fezes acabam sendo lançadas no ambiente de forma inapropriada contaminando solos e águas com

organismos patogênicos. Ao entrar em contato com esses ambientes, pisando descalço no chão ou consumindo água sem qualidade, a população pode ser infectada por bactérias, vírus e parasitas. Em um contexto ainda longe do ideal, o pesquisador diz que a oferta pelo poder público dos serviços de saneamento adequado e a atuação articulada e integrada do Sistema de Vigilância em Saúde, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), têm papel fundamental na prevenção e controle das DRSAI (RADIS, 2014 p. 10).

Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2016):

O direito à água potável segura e ao saneamento é um pré-requisito e uma parte integral da realização de outros direitos humanos, principalmente os direitos à vida e à dignidade, à alimentação e à moradia adequadas, bem como à saúde e ao bem-estar, que inclui o direito a condições ambientais e de trabalho saudáveis (p.9).

Obviamente o que temos observado em nosso contexto histórico atual é que a prioridade do sistema econômico capitalista, na grande maioria das vezes, não é com a sustentabilidade do meio ambiente, nem com a garantir os direitos fundamentais da população em modo geral. A preocupação principal – aparentemente - está em garantir que o sistema econômico atinja suas metas no ciclo econômico operacional e entreguem a margem de lucro. Todavia “precisam” mostrar preocupação e para tal ‘teatro’ apresentam relatórios de prestação de serviços à comunidade do entorno das empresas com ações de sensibilização e cuidado ambiental. Isso os acionistas ‘gostam’ de ver.

A manutenção do ciclo de consumo dos produtos e a manutenção contínua reforçada por “manobras políticas” em benefício da continuidade do processo produtivo e dos benefícios em favor das grandes organizações capitalistas devem ser visto de modo mais ameno para a sociedade e, em especial pelas grandes corporações que, na prestação de conta com os donos dos meios de produção, precisam demonstrar “cuidado” e ações em favor do meio ambiente e o uso dos insumos naturais utilizados no processo.

Na contramão do exposto acima está o desafio de dirimir ou eliminar as consequências negativas deixadas como rastro de exploração desenfreada em busca do lucro. As doenças resultantes desse contexto afetam a população que fica às margens do processo econômico, cultural, educacional e de saúde, como as doenças de veiculação hídrica em crianças no Brasil.

No intuito de melhor explicar sobre o contexto de saúde pública e saúde ambiental brasileira, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (2013), por meio de dados estatísticos sistematizados, conclui sobre a saúde pública da população e as relações que os fragiliza.

O crescimento populacional associado à baixa capacidade de criação de infraestrutura socioambiental pode ser um fator de risco à saúde, pois uma maior concentração de pessoas em áreas com infraestrutura precária leva a maior exposição a um ambiente insalubre (p. 9).

O crescimento populacional da região Norte, entre os anos de 2000 a 2010, em relação à média do Brasil é um fator importante a ser considerado quando se trata de crescimento populacional associado à baixa capacidade de criação de infraestrutura socioambiental. Essa característica na região Norte do país pode ser um fator de risco à saúde, uma vez que torna vulnerável a população de zonas periféricas das áreas urbanas que carecem de serviços essenciais para atender a demanda de um crescimento rápido da população, causando também uma forte pressão sobre a situação ambiental.

## **2.2. Qualidade e abastecimento de água**

Segundo Agência Nacional das Águas – ANA (2017), a água atende a diversas necessidades: para o ser humano: para a indústria, para as plantações, para o lazer etc. Para tanto é preciso um acompanhamento e monitoramento a qualidade das águas superficiais e subterrâneas do país pela ANA, com base nos dados fornecidos pelos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos. Ao mesmo tempo, a água destinada ao consumo humano, deve ser tratada com prioridade no setor da saúde. Pavanelli (2001) afirma que “a água é um meio de transporte para diversas doenças” e a sua qualidade no momento do consumo, é vital para a sobrevivência do ser humano.

A Portaria n. 2.914/2011, do Ministério da Saúde, que “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, adota algumas definições esclarecedoras sobre os termos utilizados no que diz respeito a:

**água para consumo humano:** água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

**água potável:** água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

**padrão de potabilidade:** conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

**água tratada:** água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;

**sistema de abastecimento de água para consumo humano:** instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.

Os parâmetros de qualidade de água da Portaria 2914/2011 referenciados nessa pesquisa, pontuam em seu Capítulo V os critérios para Padrão de Potabilidade na água para consumo humano com os parâmetros no anexo I apresentados na Tabela de padrão microbiológico da água:

- *Escherichia coli com VMP* - valor máximo permitido, ausência em 100 mL (indicador de contaminação fecal);
- *Coliformes totais* - valor máximo permitido, ausência em 100 mL (indicador de eficiência no tratamento);
- *Escherichia coli* - valor máximo permitido, ausência em 100 mL.

O anexo II da Portaria 2914/2011 apresenta a Tabela de padrão de Turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção:

- Desinfecção (para águas subterrâneas) o VMP - valor máximo permitido é de 1,0 uT
- Unidade de Turbidez em 95% das amostras;
- Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) de até 0,5 (este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30) uT – Unidade de Turbidez em 95% das amostras;
- Filtração lenta com 1,0 uT – Unidade de Turbidez em 95% das amostras.

Nos Anexos IV, V, VI, VII, X e XI da Portaria 2914/2011 estão detalhados os parâmetros de tempo para desinfecção da água para consumo humano, por meio da cloração.

Nas estações de tratamento de água (ETA's), para ajustar esse líquido aos padrões de potabilidade, retiram-se da água as impurezas por meio de procedimentos em geral convencionais, conforme citados por Heller & Pádua, 2006:

- Clarificação - objetivo: remoção de turbidez, cor e, de forma secundária, matéria orgânica natural. Etapas da clarificação, coagulação, floculação, decantação, filtração.
- Desinfecção - objetivo: eliminação dos microrganismos patogênicos.
- Fluoretação - objetivo: combate e prevenção da cárie.
- Correção de acidez- objetivo: combate à corrosão e incrustação nos encanamentos.

Todo o procedimento supracitado ocorre amparado pela legislação que, considerando os fins a qual se destina, define a qualidade da água por meio de parâmetros, conforme as Resoluções nº. 357, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) do Ministério do Meio Ambiente (2005) e suas modificações nas resoluções 410 de 2009 e 430 do Ministério do Meio Ambiente de (2011). Os parâmetros são definidos em limites aceitáveis das substâncias presentes de acordo com o uso da água.

No Brasil, a vigilância da qualidade da água está alicerçada pelo Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), do Ministério da Saúde (Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano, 2005). É nesse sentido que a responsabilidade do VIGIAGUA está para informar sobre os aspectos físico-químicos, químicos e microbiológicos da água, bem como a vazão, a população abastecida e a localização do sistema. Os diagnósticos advindos desse programa permitem a tomada de decisão por parte de gestores sobre as adequações necessários junto aos sistemas de abastecimentos coletivos e alternativos, em caso de não conformidades na qualidade da água.

### **2.3. Sistemas de transporte e abastecimento de água**

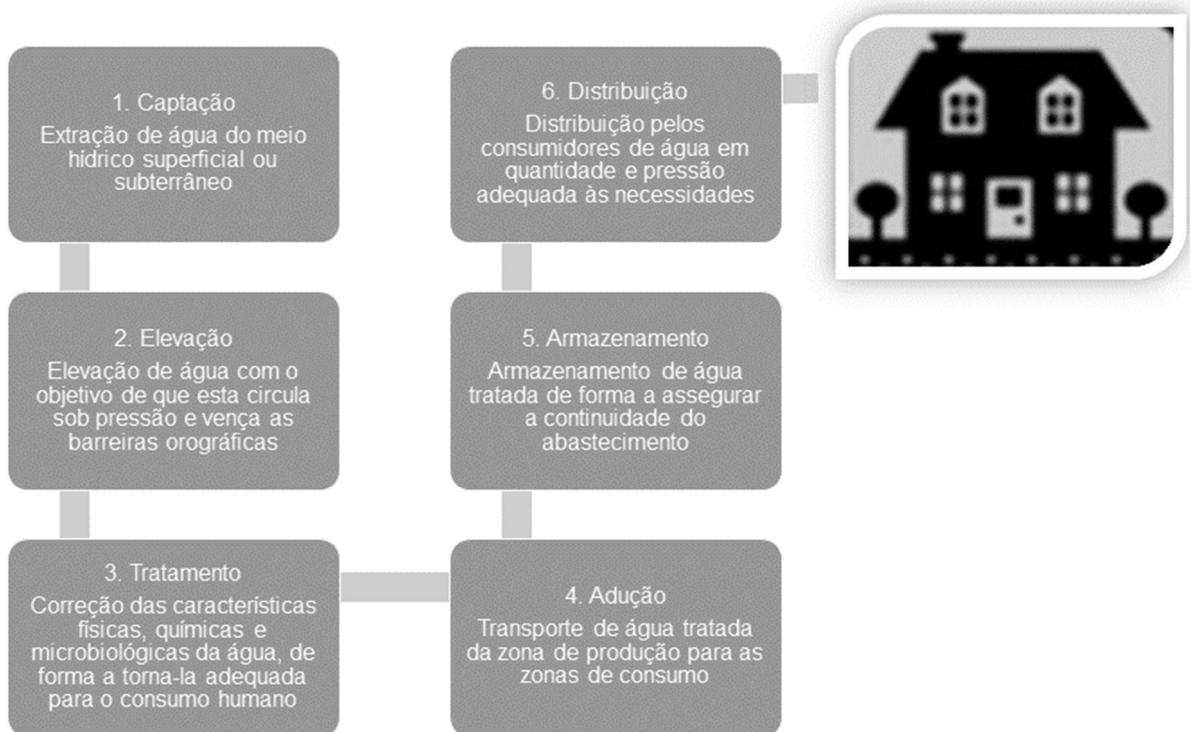
Um sistema de abastecimento de água consiste no conjunto de obras, equipamentos e serviços com o objetivo de levar água potável para uso e consumo doméstico, industrial, agrícola e serviço público (MARTINS, 2014).

O alcance de água de qualidade para a população via sistema de abastecimento só será atingido se houver entrelaçamento entre os âmbitos social, sanitário e econômico.

Assim, ações devem ser definidas e que resumidamente consistem em: controlar e prevenir doenças; implantar hábitos higiênicos na população; facilitar a limpeza pública; aumentar a vida média e produtiva da população; facilitar a instalação de indústrias, facilitar a proteção dos mananciais, a supervisão do sistema, o controle de qualidade da água, a economia de escala.

Os sistemas de abastecimento para consumo humano, em sua maioria, são denominados convencionais. Entretanto, ainda que exista um modelo, vários fatores influenciam em sua escolha, como a fonte e o volume da água; se superficial ou subterrânea (MARTINS, 2014).

O sistema de abastecimento é subsidiado por uma infraestrutura de materiais (natural e humano), serviços, equipamentos, cuja sequencia pode ser verificada na Figura 1.



**Figura 1.** Cadeia de valor do abastecimento de água envolve seis grandes etapas (Adaptado de ABDI, 2014).

O detalhamento das etapas descritas na Figura 1 está da seguinte forma:

**Captação** - retirada da água de seu meio hídrico, seja superficial ou subterrâneo, utilizando equipamento e instalações. No manancial superficial, a captação ocorre em curso de água; em represas e em manancial de serra; já o subterrâneo, a captação se dá através de caixas de tomada e dreno, de poços horizontais e poços profundos.

**Elevação** - elevação da água para a zona de transporte e tratamento, com o objetivo que ela circule sob pressão e vença barreiras orográficas.

**Tratamento** - Correção das características físicas, químicas e microbiológicas da água, de forma a torná-la adequada para o consumo humano. Todos os sistemas existentes possuem uma estação de tratamento da água (ETA), embora essa etapa dependa da qualidade da água.

**Adução** - Transporte de água tratada da zona de produção para as zonas de consumo. É a utilização de tubulação, normalmente sem variações, que liga a captação ao tratamento e/ou do tratamento à rede de distribuição.

**Armazenamento** - Reservatório de água tratada de forma a assegurar a continuidade do abastecimento. O consumo de água depende da variação, que acontece de acordo com os hábitos da comunidade, o clima e até mesmo a qualidade da água.

Distribuição - A rede de distribuição é o ramal que entrega a água aos consumidores, em quantidade e pressão adequada às necessidades.

**Tabela 1.** Déficits de redes de abastecimento de água por região do Brasil.

Região	Déficits - redes de abastecimento de água (% de domicílios)		
	2000	2008	2016
Norte	55,7	54,7	44,6
Nordeste	47,1	31,7	26,4
Sudeste	29,5	12,5	8,8
Sul	30,9	15,8	10,6
Centro oeste	33,7	18,0	10,3
Brasil	46,1	21,4	16,7

Fonte: PNSB (2008) e SNIS (2016), apud Zambon, Contrera e Souza (2017).

Os dados citados da Tabela 1, citados por Zambon, Contrera e Souza (2017), indicam a situação de abastecimento de água em domicílios nas regiões brasileiras no período entre 2000 e 2016, com intervalares de 08 anos.

Tem-se um desequilíbrio espacial e temporal. O primeiro entre as regiões, os quais pode-se verificar que o percentual de domicílios sem abastecimento de água triplica entre as regiões Nordeste e Sul; quando comparada com a região Norte, a situação dos índices é ainda mais preocupante. Na linha do tempo, não houve evolução para a região Norte, enquanto que nas regiões Sul e Sudeste esses índices são significativos.

Concomitante à situação do abastecimento é importante enfatizar que toda água para consumo necessita de cuidados que identifiquem a sua potabilidade, ou seja, o padrão mínimo exigido para que a água não seja portadora de doenças. Esse conjunto de procedimentos físico-químicos são aplicados tanto à água para abastecimento de consumo humano como para o tratamento de esgotos.

A maioria dos municípios brasileiros utiliza métodos convencionais, mas há métodos alternativos para as necessidades específicas. Os métodos convencionais, por serem comumente encontrado na maioria das estações de tratamento de água, são compostos por adutora, floculadores, decantadores, filtros e reservatórios (SAAE, 2006).

### 2.3.1. Município de Afuá

Historicamente Afuá surgiu em meados de 1845, quando Dona Micaela Arcanja Ferreira, que se estabeleceu ali ocupando uma posse de terras, a que denominou

Santo Antônio. Sua área total é de 8.372,795 km<sup>2</sup> com vegetação costeira, típica da região do delta do rio Amazonas, com predominância de várzeas e igapós.

O Município faz parte do chamado Furo de Breves, Microrregião e uma das 6 Mesorregiões chamada de Marajó, este é formado por 16 municípios ao todo, parte do grande estado do Pará (Figura 2).



**Figura 2.** Localização da região do Furo de Breves, onde está situado o município de Afuá – PA.

Sua formação histórica se deu desde 1845 até sua fundação oficial pelo Decreto estadual n. 170/1890, desmembrado de Chaves, sede na antiga vila de Afuá, constituído do distrito sede. Elevado à categoria de cidade, pela lei Estadual nº 403/1896.

Considerada como cidade ribeirinha e conhecida como "Veneza Marajoara" ou "Veneza Amazonense", por ser levantada sobre as águas em o terreno de várzea, criando uma obra em palafitas. Devido suas características típicas do bioma Amazônico é proibido a circulação de automóveis na cidade visto que as estruturas das ruas são constituídas de pontes de concreto e madeira.

Na década de 1990 inicia-se intenso processo de ocupação irregular da cidade pelo forte êxodo rural da região, consequência de ações políticas da época e ocasionando um descontrole na chegada de ribeirinhos para fixar moradia na cidade.

Atualmente residem no município estimativamente 37.778 segundo o Relatório de Gestão da Saúde do Município de AFUÁ 2016. Sua população estimada em 2018 é de 38.863 habitantes, distribuídos em uma área de 8.372,795 km<sup>2</sup>, segundo dados estatísticos do IBGE 2018.

O município de Afuá é rodeado pelos rios Afuá, Cajuuna e Marajozinho, rios utilizados pela população para o consumo de água. Segundo Carvalho (2017), Afuá está situada em zona costeira e é vulnerável às mudanças climáticas, em especial ao aumento do nível do mar, mas também a eventos como fortes chuvas. Portanto, a manutenção e desenvolvimento da cidade estão sempre desafiando as águas.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é operada pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA desde 1992, quando foi instalada em Afuá. A ETA funciona atualmente com seu processo de tratamento e distribuição de água de modo deficitário. O processo de captação é feito no rio Cajuuna de modo superficial, onde há grande transito de embarcações e convivência humana intensa e constante.

#### **2.4. Sistemas de coleta e tratamento de esgotos**

A palavra “sanear” vem do latim “*sanu*”, que significa tornar saudável, habitável; também higienizar e limpar. Essa ideia é antiga, e os romanos a compreenderam muito bem pela própria experiência quando perceberam que a água e o lixo acumulados transmitiam doenças.

O conjunto de medidas para preservar o meio ambiente, com o intuito de prevenir doenças e preservar a saúde pública é o saneamento, que deve ser de responsabilidade das prefeituras municipais. As medidas relacionadas ao saneamento básico envolvem a coleta e o tratamento dos resíduos produzidos pelo ser humano tornando-os inofensivos à vida. Essa é uma das principais funções do saneamento básico, o que evita a propagação de doenças oriundas de detritos por meio de esgoto, água e resíduos sólidos. Dentre as principais atividades de saneamento, além da prevenção de doenças, estão a drenagem da água das chuvas, a prevenção de enchentes e cuidados com as águas subterrâneas (CAVINATTO, 1992).

Algumas doenças estão relacionadas com a habitação e se disseminam por vetores, quando o ambiente é favorável (Tabela 2). Daí a importância do saneamento básico, visando o controle desses vetores.

**Tabela 2.** Vetores e formas de transmissão de doenças relacionadas com a deficiência no saneamento ambiental.

Vetores/Hospedeiros	Formas de transmissão	Principais doenças
Ratos	Através da mordida, urina e fezes; através da pulga que vive no corpo do rato.	Peste bubônica; tifo murino; leptospirose.
Moscas	Por via mecânica (através das asas, patas e corpo); através das fezes e saliva.	Febre tifóide; salmonose; cólera; amebíase; disenteria; giardíase.
Mosquitos	Através da picada da fêmea.	Malária; leishmaniose; febre amarela; dengue; filariose.
Baratas	por via mecânica (através das asas, patas e corpo); através das fezes.	Febre tifóide; cólera; giardíase.
Suínos	Pela ingestão de carne contaminada	Cisticercose; toxoplasmose; triquinose; teníase.
Aves	Aves através das fezes.	Toxoplasmose.

Fonte: Barros et al. (1995).

Na região Norte, em termos percentuais, pelo intervalo de tempo, não ocorreram evoluções significativas positivas quanto ao saneamento básico (Tabela 3).

**Tabela 3.** Déficit de redes coletoras de esgoto nas regiões brasileiras.

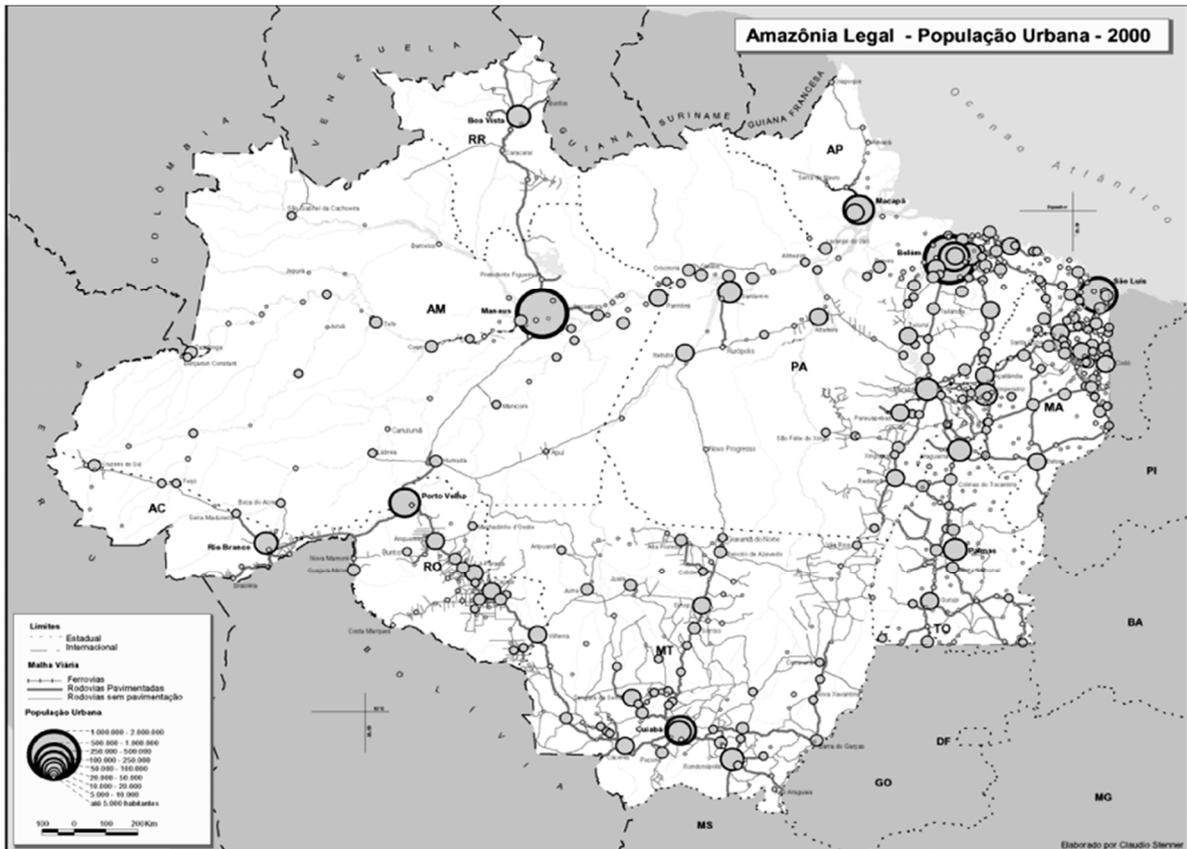
Região	Déficit- redes coletoras de esgoto (% de domicílios)		
	2000	2008	2016
Norte	97,6	96,2	79,8
Nordeste	85,3	77,6	60,3
Sudeste	47,0	30,2	32,1
Sul	77,5	69,8	54,3
Centro oeste	71,9	66,3	42,9
Brasil	66,5	56,0	43,0

Fonte: PNSB (2008) e SNIS (2016).

A renomada pesquisadora Bertha Becker em sua obra *Geopolítica da Amazônia* (2005) discorre que desde a década de 1980 a Amazônia viveu e, ainda vive modificação estrutural.

A “floresta urbana”, como é chamada a Amazônia, apresenta mais de 70% da população localizada em núcleos urbanos (Figura 3). Tal situação apresenta conseqüentemente pontos negativos como, por exemplo, a carência dos serviços básicos de saneamento básico, acesso à água potável, acesso à equipes médicas de atendimento básico e infraestrutura residencial, uma vez que o Bioma Amazônico também traz grandes desafios aos nativos de lá.

A se discutir sobre processos de urbanização nas cidades da Amazônia brasileira e suas diversas heterogeneidades, 'invisíveis' para o poder público, observamos que os grandes os desafios de acesso ao mínimo possível para saúde com qualidade de vida, a exemplo da carência de médicos em diversas regiões da Amazônia.



**Figura 3.** População urbana na Amazônia Legal em 2000.

Na legenda do mapa sobre Amazônia Legal e seu desenvolvimento populacional em 2000, apresenta os limites estaduais e internacionais. O alcance da malha viária (ferrovias, rodovias pavimentadas, rodovias sem pavimentação), além dos núcleos com os números da população urbana, com população Urbana tendo os seguintes quantitativos:

1. Apresenta os limites estaduais e internacionais;
2. Apresenta a localização das Ferrovias, Rodovias pavimentadas e Rodovias sem pavimentação;
3. População Urbana, que conforme a localidade e o tamanho do círculo, a população vai de 1.000 habitantes até 5.000 habitantes.

O contexto de saneamento básico da região do norte do país apresenta as piores condições de esgotamento sanitário do Brasil, com 13,4% em comparação a média nacional que em 2008 era de 55,2% (LADAU et al., 2010). Com tal realidade expõe as populações dessas regiões a significativos riscos de proliferação de doenças, perda da qualidade da água, contaminação de alimentos, poluição do solo e das águas subterrâneas, etc.

Segundo Ladau et al. (2010), os tipos de esgotamento sanitário, considerados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Censo Demográfico de 2010 foram definidos pelo próprio órgão (IBGE, 2010 a) e (IBGE 2011 b), como:

Rede geral de esgoto ou pluvial – “quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada”;

Fossa séptica – “quando a canalização do banheiro ou sanitário estava ligada a uma fossa séptica, ou seja, a matéria era esgotada para uma fossa próxima, onde passava por um processo de tratamento ou decantação, sendo, ou não, a parte líquida conduzida em seguida para um desaguadouro geral da área, região ou município”;

Fossa rudimentar – “quando o banheiro ou sanitário estava ligado a uma fossa rústica (fossa negra, poço, buraco, etc)”;

Vala – “quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a uma vala a céu aberto”;

Rio, lago ou mar – “quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a rio, lago ou mar”;

Outro – “quando o esgotamento dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, não se enquadrava em quaisquer dos tipos descritos anteriormente”;

Sem esgotamento sanitário - quando os domicílios particulares permanentes ocupados não “utilizavam sanitário ou buraco para dejeções, inclusive os localizados no terreno ou propriedade”; isto é, não tinham banheiro nem sanitário.

Em seu estudo, o autor Ladau et al. (2010) apresenta dados que revelam diferenças marcantes entre as percentagens de domicílios por classes, entre os Estados da federação. Nas regiões Sul e Sudeste, o percentual está em 65% de domicílios com esgotamento sanitário “adequado”. O Estado de São Paulo apresenta desempenho em 91,43%. O Distrito Federal apresenta percentual de 88,92% de conformidade. Nessa mesma perspectiva de análise estão os estados do Norte do país onde o Estado de Rondônia apresenta apenas 22,11% de adequação. Na região Norte do país a grande maioria dos estados a realidade são de domicílios com

esgotamento sanitário “inadequado”. No contexto municipal a classe de “inadequado” esgotamento sanitário com 92,87% está a maioria das cidades da região Norte.

#### 2.4.1. Afuá e suas características

Para Dias e Silva (2001) o espaço urbano da cidade de Afuá estruturou-se muito condicionado ao que era permitido pela natureza de cidade ribeirinha e as necessidades de sobrevivência do ser humano. Diante disso a cidade vai se moldando cada vez mais conforme o movimento sócio econômico cultural se constrói por meio das forças, leis, trabalho, transformando-se continuamente.

Por estar assentada em área de várzea, a estrutura da cidade não permite a implantação de esgotamento sanitário. Retomando o que discorre Dias e Silva (2001), na obra sobre Afuá e suas condições de dificuldades estruturais, os resíduos líquidos ou efluentes são lançados diretamente na várzea e naturalmente depositados no rio.

Outro ponto a considerar, segundo as autoras supracitadas sobre as condições geomorfológicas em que a cidade está localizada, fica inviável a construção de fossa séptica, agravando ainda mais a situação do ambiente urbano. Conseqüentemente os dados estatísticos sobre os percentuais de doenças de veiculação hídrica se agravam e exige da equipe de saúde do município um maior empenho.

Na cidade de Afuá a única Unidade Mista atende diariamente uma demanda considerável de pacientes acometidas por doenças diarreicas agudas, conforme o levantamento estatístico realizado por esta Vigilância Sanitária (Tabela 4).

**Tabela 4.** Casos de doenças diarreia aguda no município de Afuá, entre 2009 e 2013, por idade.

Ano	Faixa Etária								Total	Total %
	< 1	%	1 a 4	%	5 a 9	%	10+	%		
2009	169	23,6	394	23,6	113	18,7	214	20,2	890	21,8
2010	99	13,9	356	20,2	110	18,2	272	25,8	837	20,4
2011	139	19,5	309	18,1	134	22,2	165	15,6	760	18,5
2012	136	19,1	227	13,2	95	16,3	156	14,7	614	14,9
2013	171	23,9	428	24,9	148	24,6	251	23,7	998	24,4
Total	714	100	1714	100	604	100	1058	100	4099	100

Fonte: Secretaria de Saúde (2013).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e características socioeconômicas da área do estudo

O trabalho foi conduzido no ano de 2016 na área urbana no município de Afuá, que está localizada na região Nordeste do Pará, entre latitudes  $00^{\circ}09'11,27''$  e  $00^{\circ}09'49,89''$  Sul e longitudes  $50^{\circ}22'48,15''$  e  $50^{\circ}23'41,08''$  Oeste (Figura 4).



**Figura 4.** Localização do município de Afuá - PA.

O Estado do Pará é dividido em seis mesorregiões: Baixo Amazonas; Marajó; Metropolitana de Belém; Nordeste Paraense; Sudeste Paraense e Sudoeste Paraense. Nosso estudo concentra-se na mesorregião do Marajó e especificamente no Município de Afuá.

Segundo a Secretaria de Saúde do Município de Afuá (2016), do período de janeiro à dezembro de 2016, sua população está estimada em 37.778 mil habitantes. O Município faz fronteira ao Norte com o Estado do Amapá e Município de Chaves; a Leste pelo Município de Chaves; ao Sul pelos Municípios de Anajás e Breves e a Oeste pelo Estado do Amapá e Município de Gurupá.

O município de Afuá localiza-se no Bioma Amazônico do Arquipélago do Marajó com latitude  $00^{\circ}09'24''$  sul e longitude  $50^{\circ}23'12''$  oeste. A população estimada em 2015

é de 37 398 habitantes, distribuídos em uma área de 8 372,795 km<sup>2</sup> (IBGE 2015). O IDH baixo (0,489) do município, considerando a média dos municípios brasileiros, dados obtidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (ATLAS BRASIL, 2010).

No aspecto econômico, o município apresenta-se com concentração expressiva no setor primário e secundário da economia, no extrativismo vegetal com exploração do palmito, açaí e madeira. Com a exploração do palmito a preocupação está na ausência de sistematização controlada e ordenada que possibilite melhor controle ambiental. Com a exploração do açaí a importância para a economia do município ocorre pelo pouco cuidado com projetos de manejo no intuito de manter uma produção estável. Além disso, o setor madeireiro também se enquadra no preocupante manejo florestal frágil e de crescente produção (Plano Municipal de Gestão Integrada Resíduos Sólidos, 2015).

É comum pensar que devido Afuá está em área de abundância de água e beleza exuberante a vida econômica da população está em plena evolução. Todavia, a abundância em recursos hídricos e de diversidade da região não é traduzido em melhorias das condições de vida da população, em especial no que diz respeito à economia de pesca que tem pouca representatividade econômica para o município. Todavia, historicamente a localidade já viveu momentos de abundância na pesca do camarão, realidade atual que continua por criação em fazenda.

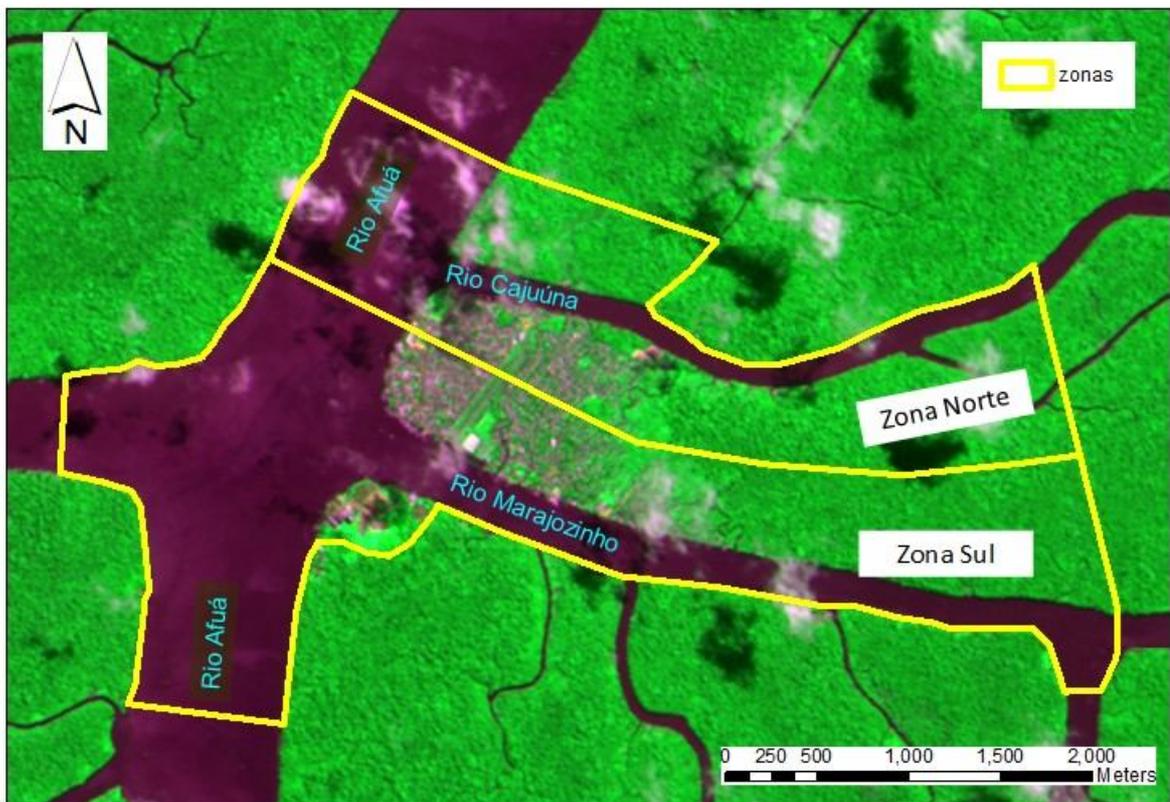
A Prefeitura de Afuá atua para promoção, na cidade, o Festival do Camarão que ocorre no mês de julho, onde cantores da terra e de outras localidades fazem do acontecimento uma bonita festa, além da disputa dos grupos folclóricos que são Convencido e Pavulagem.

### **3.2. Variáveis analisadas**

Para avaliar a relação entre as características do sistema de saneamento da água e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica em crianças de até 11 anos, realizou-se o levantamento de variáveis intrínsecas a dois fatores: (1) qualidade da água de abastecimento público do município no ano de 2016 e (2) condições do sistema de saneamento da água nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia em 2016.

### 3.3. Qualidade da água do abastecimento público

Para avaliar a qualidade da água do abastecimento público, as variáveis foram analisadas de forma temporal, com amostragens aleatórias entre os meses de fevereiro a outubro de 2016, e de forma espacial, em duas regiões da área urbana da cidade definidas de acordo com o divisor de águas entre os Rios Cajuuna (Zona Norte) e Marajozinho (Zona Sul) (Figura 5).



**Figura 5.** Localização das zonas urbanas definidas de acordo com a hidrografia da área urbana de Afuá - PA.

As amostras de água foram realizadas pela equipe da Vigilância Sanitária e consistiu em total de 70 amostras coletadas em torneiras e reservatórios de prédios públicos, sendo 35 na zona norte e 35 na zona sul. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório Central de Saúde Pública do Pará – LACEN/PA, onde foram analisadas as variáveis indicadas na Tabela 1. A classificação da água teve seus resultados referenciados na portaria n. 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Tabela 5).

**Tabela 5.** Padrões para classificação da qualidade de água para consumo humano no Brasil (BRASIL, 2011).

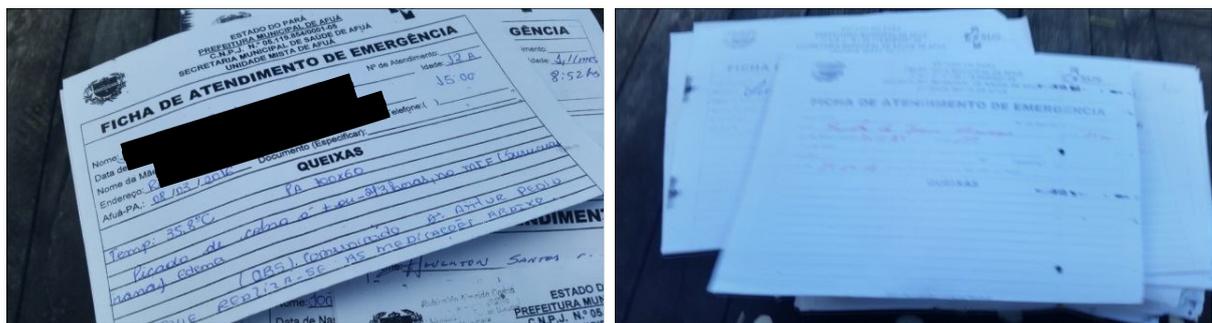
Variável	Valor máximo permitido
Turbidez	Máximo de 0,5 uT em filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) e máximo de 1,0 uT em filtração lenta, para 95% das amostras
Cloro residual livre	Mínimo de 0,2 e máximo de 5,0 mg L <sup>-1</sup>
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL em águas para consumo humano

As análises foram realizadas conforme os métodos nefelométrico para turbidez, colorimétrico para cloro total residual e substrato cromogênico/enzimático para *Escherichia coli*.

### 3.4. Condições de saneamento da água

As condições do sistema de saneamento da água nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia foram realizadas considerando quatro fatores: (1) Origem da água consumida; (2) Métodos de coleta ou distribuição da água, (3) Métodos de tratamento da água para consumo e (4) Métodos de disposição dos esgotos.

Para isso, realizou-se o levantamento do número de crianças de até 11 anos diagnosticadas com diarreia e os respectivos endereços das residências. Isso foi realizado por meio de acesso ao banco de dados da Unidade Mista de Saúde de Afuá, devidamente autorizado pela Secretaria de Saúde do Município e pela Coordenação da Vigilância Sanitária do Município de Afuá - PA. (Figura 6).



**Figura 6.** Fichas de controle de entrada na Unidade de Saúde da cidade de Afuá e das quais foram obtidos o total e endereço das crianças diagnosticadas com diarreia (cuidado para manter sigilo sobre dados particulares na ficha).

Os dados acessados na Unidade Mista de Saúde foram separados por mês, de fevereiro a outubro de 2016. De posse dos endereços das crianças, realizou-se visitas técnicas nas residências juntamente com a equipe da Vigilância Sanitária do Município

e com os Agentes Comunitários de Saúde. Na ocasião das visitas foram obtidas as seguintes informações: aquisição de coordenadas geográficas por GPS, origem da água consumida, a forma de coleta ou transporte da água consumida, a forma de tratamento da água consumida, como ocorre sua disposição e o tratamento dos esgotos. De um total de 320 residências, somente 197 endereços foram encontrados, ou seja, 62% de endereços visitados.

As informações sobre os sistemas de saneamento da água foram extraídas das residências das crianças por meio de observação visual e do preenchimento de planilhas de campo. Após as visitas de campo, realizou-se a tabulação dos dados em planilha eletrônica, sendo possível definir as variáveis sobre as condições de saneamento nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia conforme Tabela 6.

**Tabela 6.** Variáveis que definem as condições de saneamento da água nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia.

Sistema de saneamento de água avaliado	Parâmetro avaliado	Condição observada
4.1. Abastecimento e tratamento de água	i. Origem da água	a. ETA – Município b. ETA – COSAMPA c. Igarapé d. Poço e. Rio
	ii. Método de coleta ou transporte da água	a. Tubulação b. Manual por balde c. Caixa de coleta
	iii. Método de tratamento da água	a. Consumo direto b. Químico c. Filtração d. Filtração + químico e. Água mineral
4.2. Disposição do esgoto	i. Método de disposição do esgoto	a. Fossa rudimentar b. Lança no rio

### 3.5. Abastecimento de água

O abastecimento de água foi categorizado por origem da água, método de coleta ou transporte da água e método de tratamento da água, cujas descrições estão a seguir:

#### i. Origem da água

A origem da água se refere ao local onde a água é coletada e utilizada pela população, sendo subdivididas em:

- a) Estação de Tratamento de Água Municipal (ETA – Municipal): a água é originada da ETA de responsabilidade do município, ambas do Bairro Capim Marinho, em que uma coleta ocorre no rio Cajuuna e a outra no rio Marajozinho.
- b) Estação de Tratamento de Água da CASAMPA (ETA - COSAMPA): a água é originada do sistema da Companhia de Saneamento do Pará – COSAMPA. Neste sistema a água é coletada no rio Cajuuna.
- c) Igarapé: a água é originada dos igarapés.
- d) Poço: água é originada de poços com profundidade variando de 2 a 3 m, localizados apenas no bairro Capim Marinho e utilizados pela comunidade daquele local em período de verão<sup>3</sup>.
- e) Rio: a água é originada dos rios Cajuuna e Marajozinho, e não passam pelos sistemas de ETA municipais e COSAMPA.

## **ii. Método de coleta ou transporte da água**

- a) Tubulação: água é transportada da fonte para a residência por meio de tubulações.
- b) Coleta manual por balde: a captação e transporte da fonte para as residências é realizada por meio de pequenos baldes em carrinhos de mão ou em bicicletas;
- c) Caixa d'água: caixas que são colocadas próximo aos igarapés que ficam no Bairro Capim Marinho. O funcionamento dessa coleta ocorre também por mangueiras que são fixadas no igarapé e estendem-se até as caixas d'água. Em período sazonal de chuva na região as caixas também são utilizadas para coleta de água da chuva, mas não há ainda uma sistematização por parte da equipe de infraestrutura da Prefeitura, nem tão pouco por parte da população;

## **iii Método de tratamento da água**

- a) Consumo direto: água é consumida da fonte de forma bruta, ou seja, sem nenhum tratamento.

---

<sup>3</sup> Segundo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, os meses de setembro, outubro e novembro são os mais secos do ano no Amapá, Norte do Pará e do Amazonas.

- b) Químico: o consumo da água é realizado após o tratamento com adição de sulfato de alumínio para decantação dos resíduos de barro e hipoclorito de cálcio para eliminar bactérias presentes na água.
- c) Filtração: a água é tratada por meio de filtro industrial em algumas residências do bairro Centro e do bairro Capim Marinho, filtro de pedra filtrante ou ainda os filtros artesanais de barro.
- d) Filtração + químico: combinação de tratamento químico e filtragem, antes do consumo da água.
- e) Água mineral: a água consumida é de origem mineral e é adquirida de fora do município.

### 3.6. Disposição do esgoto

#### i. Método de disposição do esgoto

Como não há tratamento de esgotos, somente avaliou-se a disposição do esgoto, sendo categorizado somente pelo método de disposição final, conforme descrito a seguir:

- a) Fossa rudimentar: dispõe os dejetos da residência em fossas rudimentares construídas pelos próprios moradores (Figura 7).



**Figura 7.** Fossa rudimentar utilizada nas residências para a disposição do esgoto no município de Afuá-PA.

b) Lança no rio: os esgotos são lançados diretamente nos rios e igarapés por meio de sanitários construídos as margens dos mesmos (Figura 8).



**Figura 8.** Solução Alternativa Individual utilizada para coleta de água do igarapé no município de Afuá-PA.

### 3.7. Análises estatísticas

Depois de obtidos e tabulados os dados de qualidade de água, realizou-se a comparação de médias entre os meses (de fevereiro a outubro de 2016) e entre as zonas de coleta (norte e sul). Por se tratarem de variáveis aleatórias quantitativas contínuas, a diferença entre as médias foi realizada pelo teste “t” de Student ao nível de 5% de significância, para amostras independentes. Somente para a variável E. coli, a comparação foi por meio de intervalo de confiança de 95%.

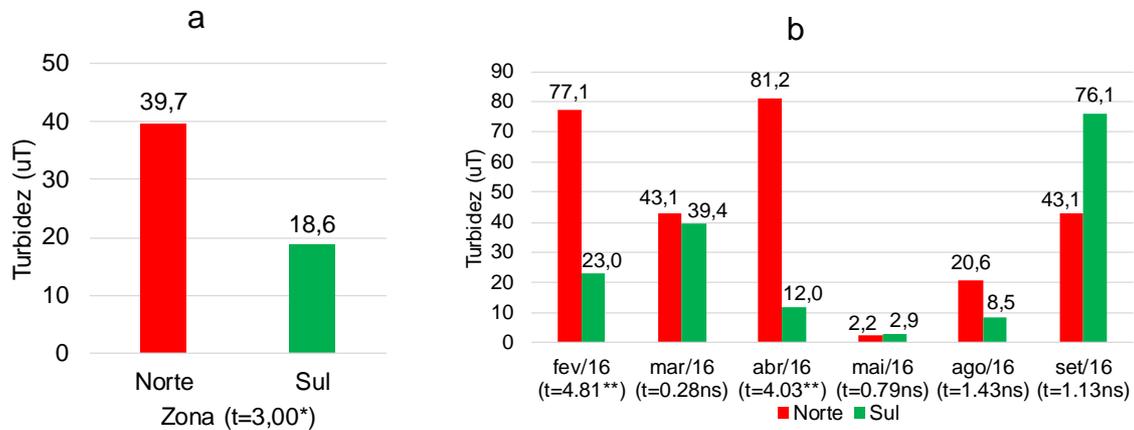
Para avaliar se as condições de saneamento nas residências estavam associadas aos casos de crianças diagnosticadas com diarreia, utilizou-se o teste do qui-quadrado ao nível de 5% de significância. Também se determinou o Coeficiente de Contingência ( $C^*$ ) para verificar a intensidade da associação, em que quanto mais próximo de  $C^* = 1$ , mais intensa é a associação entre as variáveis avaliadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. QUALIDADE DE ÁGUA DO ABASTECIMENTO

#### 4.1.1. Turbidez

Observa-se que na zona norte da cidade ocorreu maior turbidez média na água de abastecimento (39,7 uT), sendo 114% superior ao da zona sul (18,6 uT) ao nível de 5% de significância (Figura 9a).



ns – não significativo; \*significativo ao nível de 5%; \*\*significativo ao nível de 1%.

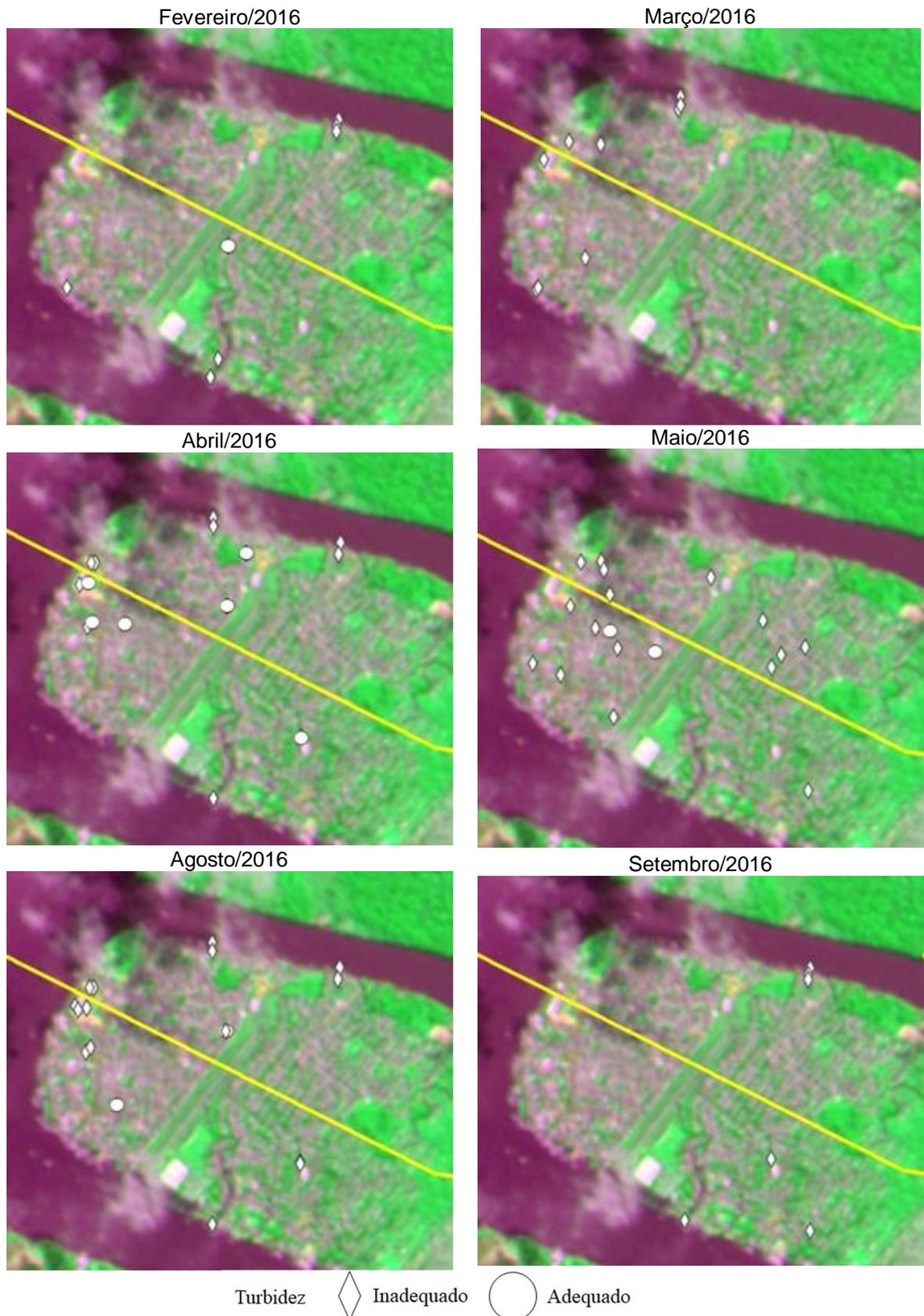
**Figura 9.** Comparação entre as médias de turbidez da água de abastecimento, entre as zonas norte e sul no município de Afuá – PA no geral em cada período avaliado.

Durante o ano de 2016 (Figura 9b) observou-se que somente nos meses de fevereiro e abril, as médias das amostras apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), onde a turbidez foi superior na zona norte. Em fevereiro (77,1 uT) e abril (81,2 uT) de 2016, a turbidez média na zona norte foram 236 e 578% superior que na zona sul.

Em todas as amostras coletadas, entre os meses de fevereiro e setembro de 2016, a turbidez média se manteve acima de 1 uT, classificando assim essa água imprópria para consumo humano de acordo com Brasil (2011).

Com relação a distribuição espacial das coletas (Figura 10), observou-se no geral, que em quase todos os pontos de abastecimento de água avaliados apresentaram valores inadequados de turbidez, tornando a água imprópria para o consumo, conforme dispõe a Portaria 2914/2011 em seu § 2º do ART. 30: o VMP –

Valor Máximo Permitido é de 0,5 uT (Unidade de Turbidez) para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta).



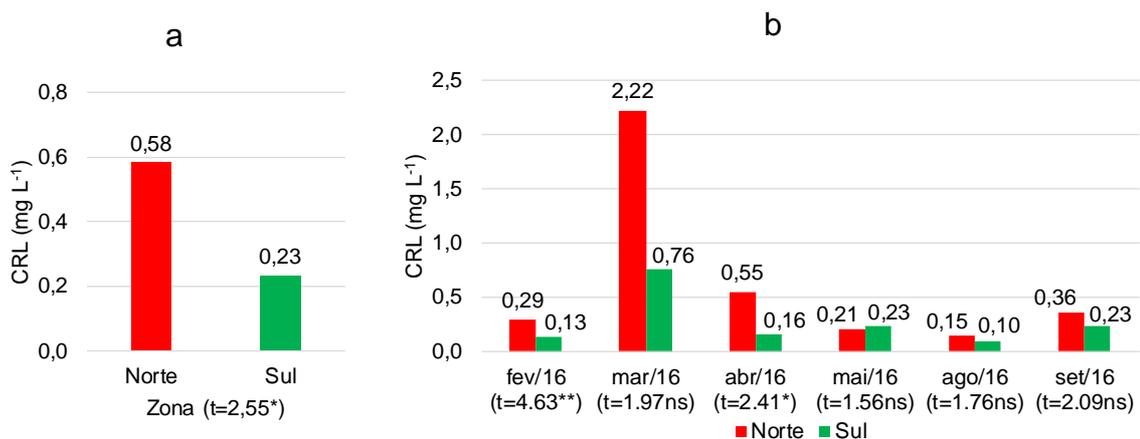
**Figura 10.** Distribuição espacial dos valores de turbidez encontrados na água de abastecimento da área urbana do município de Afuá – PA ao longo do período avaliado.

Segundo Ministério da Saúde (2006), em seu documento intitulado Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano, os Sistemas de Abastecimento de Água - SAA são obras de engenharia que visam garantir conforto às populações uma infraestrutura adequada que garantam minimizar os riscos à saúde. Para tanto, é essencial que construam de modo cuidadoso todas as fases do processo, desde o seu planejamento, implantação, concepção até a manutenção dos SAA estejam adequados às realidades locais de cada região. Logo, o manancial de onde o sistema irá captar água “deve estarem livres de contaminantes naturais e, protegidos contra a contaminação de natureza química ou biológica provocada pelas mais diversas atividades antrópicas, esse padrão deve ser priorizado”.

Nas visitas in loco foi observado que a captação da água é realizada de modo superficial no Rio Cajuuna, pois existe intenso fluxo de embarcações que despejam dejetos e restos de alimentos, além do fluxo de pedestre circulando nas ruas de palafitas, potencializado por casas residências às proximidades do local de captação contribuindo assim em alto potencial contaminador das águas.

#### 4.1.2. Cloro residual total - CRT

A concentração média de cloro residual livre nas amostras foi superior na zona norte do município ( $0,58 \text{ mg L}^{-1}$ ), sendo 151% maior que na zona sul ( $0,23 \text{ mg L}^{-1}$ ) ao nível de 5% de significância (Figura 11a).



ns – não significativo; \*significativo ao nível de 5%; \*\*significativo ao nível de 1%.

**Figura 11.** Comparação entre as médias de concentração de cloro residual total (CRT) na água de abastecimento, entre as zonas norte e sul no município de Afuá – PA no geral (a) e ao longo do período avaliado (b).

Embora na maioria dos meses a concentração média de cloro residual livre tenha sido superior na zona norte (Figura 5b), somente nos meses de fevereiro e abril essas diferenças foram significativas. Mas independente da zona e períodos avaliados, observou-se que as médias estão dentro do intervalo preconizado por Brasil (2011).

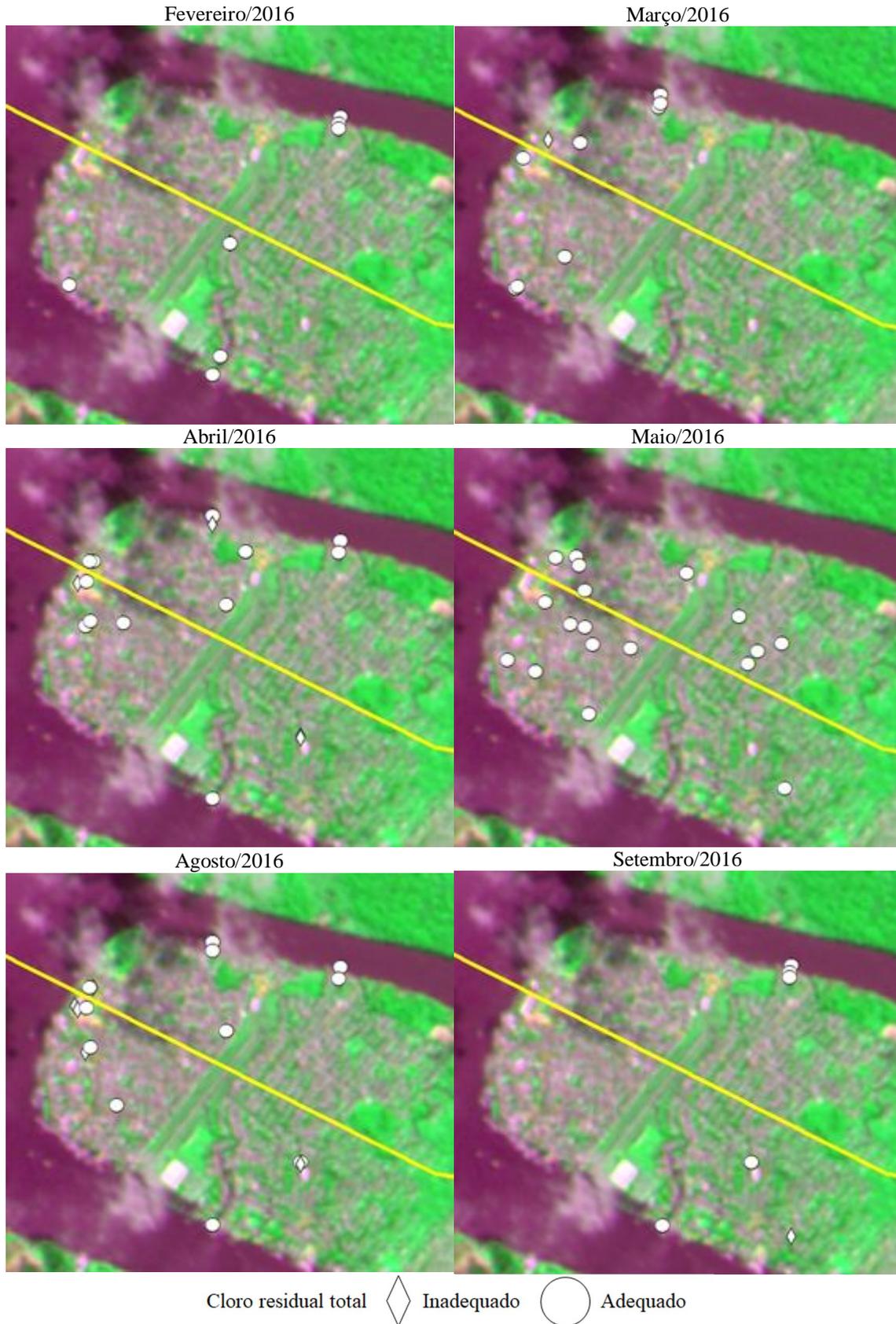
O excesso de cloro na água, em combinação com substâncias orgânicas, pode levar a formação de trihalometanos, substâncias essas carcinogênicas, que podem culminar com o câncer em diversos órgãos do corpo humano, como já evidenciado em muitos estudos (MEYER, 2018).

Pode-se observar na Figura 12 que no mês de março de 2016 observa-se uma tendência de maior número de amostras com valores de cloro residual livre acima do permitido nos locais próximos ao rio Afuá (a oeste da área urbana).

Os motivos prováveis que levam a ter excesso de produto (Hipoclorito de Cálcio) nestes locais, em alguns períodos do ano, estão relacionados à atual situação estrutural dos Sistemas de Tratamento de Água, Estadual (operado pela CONSANPA) e Municipal (operado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura). Os mesmos não apresentam as mínimas condições de garantir o tratamento da água a fim de enquadrá-la no que preconiza a Portaria 2.914/2011 Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011)

Outro fator que está relacionado é a infraestrutura inadequada, tanto de tratamento da água, quanto de distribuição. Tal situação ocasiona ausência de atendimento a todos os moradores da cidade com água tratada, e favorece a contaminação da rede principal e a interrupção no fornecimento de água nos horários de maior pico de consumo (de 08h às 18h).

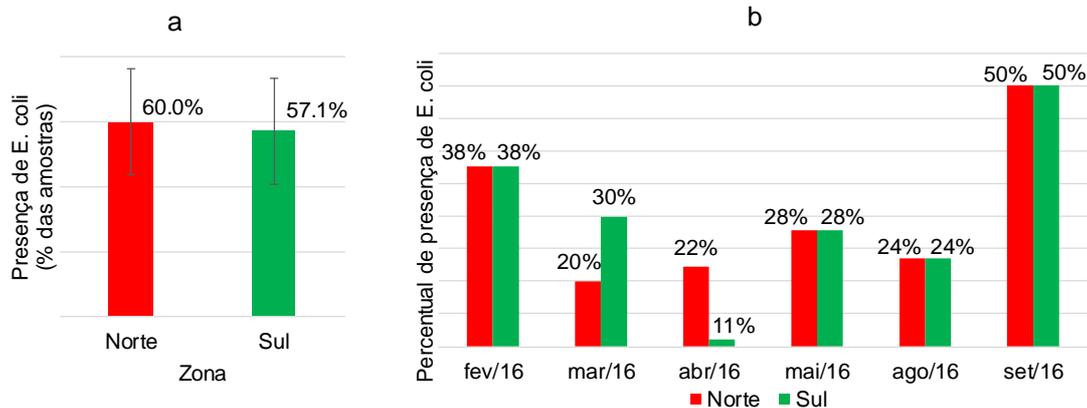
É importante considerar ainda que na etapa de cloração/desinfecção que é realizada utilizando o agente de desinfecção (produto hipoclorito de cálcio), que não cumpre os padrões exigidos pela legislação (Portaria 2914/2011). Isso se deve pela ausência de equipamentos específicos para dosagem como, recipiente com graduação precisa para adição do hipoclorito de cálcio, sendo o mesmo injetado direto na cisterna sem o processo de homogeneização. Observou-se que não há rotina de limpeza do recipiente de dosagem do hipoclorito de cálcio; ausência de monitoramento de concentração de dosagem e ausência de bomba dosadora com controle de vazão.



**Figura 12.** Distribuição espacial da concentração de cloro residual total encontrados na água de abastecimento da área urbana do município de Afuá – PA ao longo do período avaliado.

### 4.1.3. *Escherichia coli*

Nas zonas Norte e Sul da cidade foi identificado a presença de *E. coli*, apresentando praticamente os mesmos percentuais de persistência nas amostras de água de consumo humano ( $60,0 \pm 16,2\%$  e  $57,1 \pm 16,4\%$ ) respectivamente. (Figura 13a).



**Figura 13.** Intervalo de confiança de 95% do percentual de amostras com presença de *E. coli* da água de abastecimento público do município de Afuá – PA em todo período avaliado (a) e por mês avaliado (b).

Na Figura 13b observa-se a presença de *E. coli* em todos os meses avaliados. Os meses com maior percentual de amostras com *E. coli* foram fevereiro (38% das amostras em ambas as zonas) e setembro (50% das amostras em ambas as zonas). Os valores médios obtidos para essa variável nos pontos de abastecimento, demonstra a fragilidade do sistema e como a qualidade da água não atende os padrões mínimos exigidos de potabilidade (BRASIL, 2011).

Tal situação provavelmente porque as ETA's, em seu processo de tratamento e distribuição de água para os moradores da cidade de Afuá, estão operando de modo deficiente, uma vez que existe ausência de critérios técnicos e infraestrutura, está inadequada para tal fim.

Segundo o que dispõe a Portaria 2914 do Ministério de Saúde de 2011 não pode haver presença de *E. Coli* na água para consumo humano:

- Em água para consumo humano o Valor Máximo Permitido – VMP é de ausência em 100 ml, no parâmetro *Escherichia coli*;
- Na saída do tratamento os coliformes totais tem que ter indicador de eficiência de tratamento em ausência em 100 ml;
- No sistema de distribuição (reservatórios e rede) para água tratada o *Escherichia coli* deve está ausente em 100 ml da água para consumo humano;

- Água tratada para consumo humano, o sistema de distribuição (reservatórios e rede), deve ter seu indicador de integridade do sistema de distribuição para *Coliformes totais* o parâmetro de Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes: apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo;
- Já no parâmetro Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes: ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês.

Nas visitas *in loco* feitas, com a presença do Coordenador da Vigilância Sanitária e com Engenheiro Químico do Ministério Público de Belém, foi observado que o local de captação de água (Figura 14) no rio Cajuuna é preocupante. Observou-se um intenso trânsito de embarcações e constante no rio (local de captação de água), com alto potencial de gerar contaminação, uma vez que o local de captação de água no rio Cajuuna apresenta com o descarte de restos de alimentos e dejetos sanitários, da presença de contaminantes derivados dos combustíveis das bombas flutuantes locais e pelos esgotos sanitários das residências, considerando que não há serviço de coleta e tratamento de esgotos.



**Figura 14.** Local de captação de água no rio Cajuuna para o abastecimento público.

No que concerne ao processo de tratamento da água, atualmente o mesmo funciona de modo precário visto que as etapas de floculação, filtração e desinfecção estão ocorrendo de forma ineficiente, em especial quando se trata da adição de coagulantes e floculantes. Além da adição do produto de forma improvisada sem nenhum critério técnico que garanta que os mesmos possam exercer sua função

principal de criar os coloides para aglutinar a sujeira em suspensão da água e já realizar o primeiro “polimento” (clarificação) através da redução de cor e turbidez.

Na sequência a etapa de floculação e filtração, que consiste em etapa de múltiplas barreiras e processo de extrema importância para o tratamento da água, na ETA (COSANPA/PA) de Afuá, essa etapa não está mais ativa, mesmo com a presença física dos tanques, os mesmos estão desativados por falta de manutenção e troca de carga (filtro de areia) Figura 15.



**Figura 15.** Tanques da Estação de Tratamento de Água - ETA da COSANPA que não estão em funcionamento no município de Afuá.

Outra etapa importante do processo de tratamento de água é a etapa de desinfecção e cloração. Em Afuá a etapa de desinfecção e cloração é realizada utilizando o hipoclorito de cálcio, que é um agente que possui eficiência comprovada para este fim, desde que bem manipulado e com equipamento de dosagem bem dimensionado.

Na visita *in loco* na ETA da COSANPA/PA em Afuá observou-se que há funcionamento precário do processo, pois o recipiente de graduação para adição do hipoclorito de cálcio não existe; o produto é injetado direto na cisterna sem o processo de homogeneização; não há rotina de limpeza do recipiente de dosagem do hipoclorito de cálcio; ausência de monitoramento de concentração de dosagem e ausência de bomba dosadora com controle de vazão.

O agente de desinfecção utilizado pelo Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA/PA, na cidade de Afuá é o Hipoclorito de cálcio e este é adquirido pelo Governo do Estado do Pará em forma de pastilha. A utilização do Hipoclorito de cálcio em forma de pastilha necessita de um controle de vazão importante, uma vez que

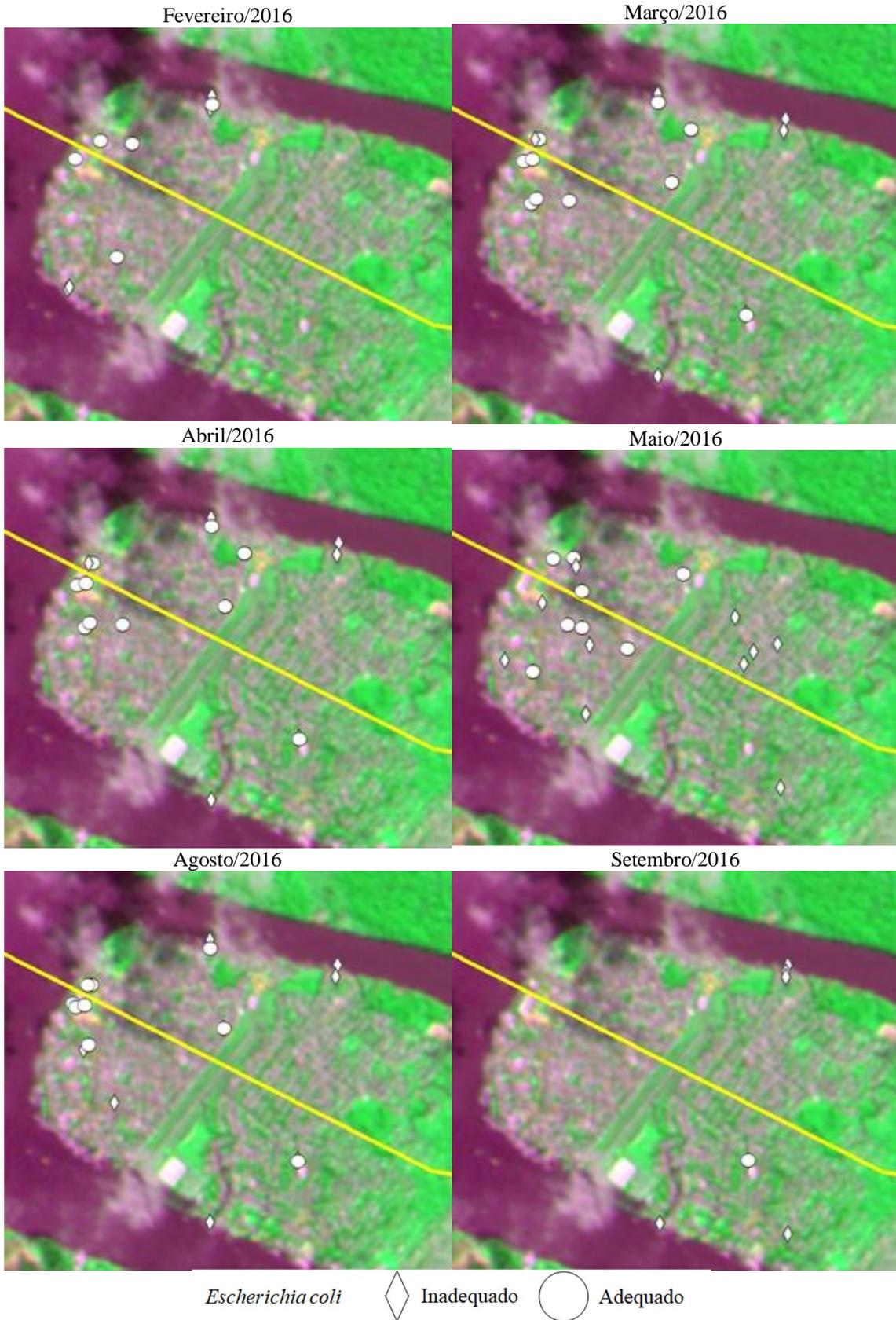
precisa de tempo para dissolução do produto na água e assim ocorra a eficácia do produto.

Entretanto o que foi observado é que na ETA da COSANPA/PA, a bomba de captação de água (Figura 16) é de potência menor do que a bomba de distribuição da água (respectivamente) para as tubulações na cidade. Este fato pode explicar a presença significativa de cloro residual total em algumas áreas da cidade em quantidade acima, do que prevê a Portaria 2914/2011.



**Figura 16.** Bombas de captação e distribuição de água da ETA da COSANPA.

Observando a distribuição espacial da presença de *E. coli* nas amostras de água de abastecimento público do município de Afuá – PA (Figura 17), verifica-se que não existe um padrão na presença de *E. coli* nos pontos de abastecimento de água, tendo uma distribuição aleatória. Tal situação ocorre provavelmente devido ao que foi observado em campo, sobre ausência de monitoramento da concentração de dosagem e ausência de bomba dosadora com controle de vazão da COSANPA/PA.

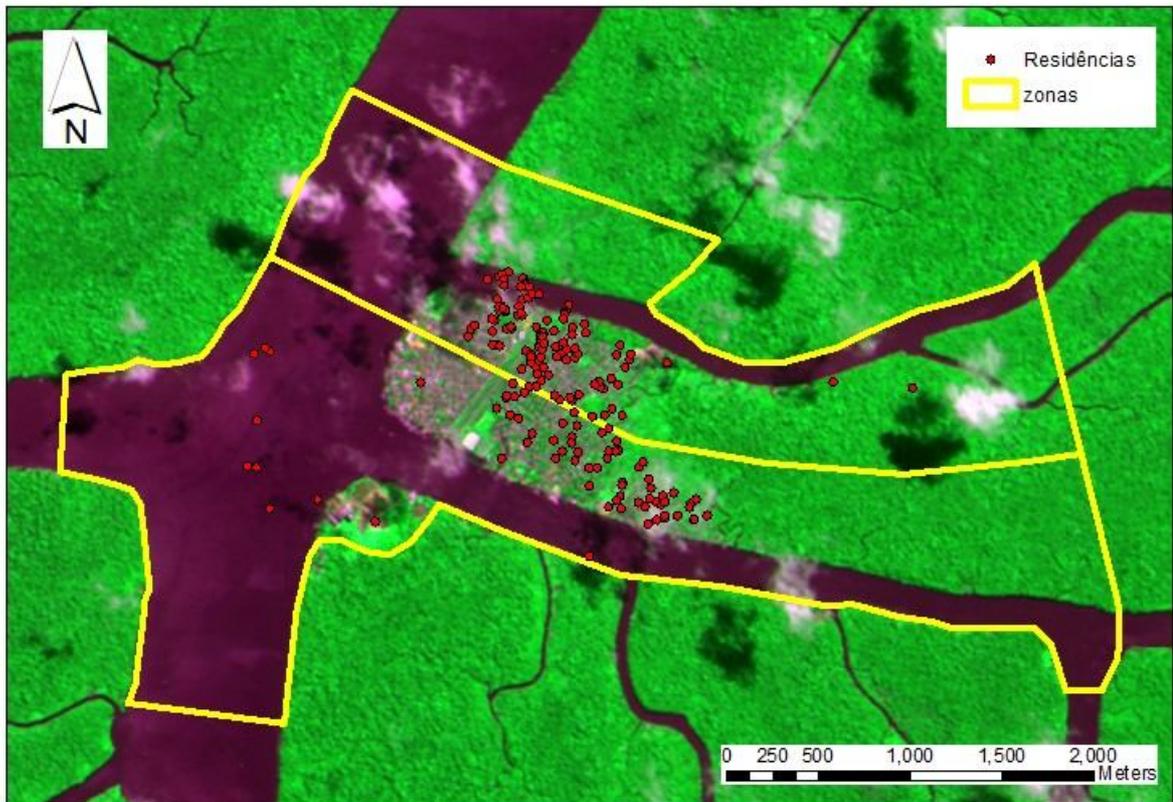


**Figura 17.** Distribuição espacial da presença de *Escherichia coli* na água de abastecimento público da área urbana do município de Afuá - PA.

## 4.2. CONDIÇÕES DE SANEAMENTO DA ÁGUA

### 4.2.1. Crianças diagnosticadas com diarreia

O resultado da qualidade de água pode ser observado no número de crianças diagnosticadas com diarreia. No período avaliado, entre fevereiro a outubro de 2016, foram diagnosticadas 320 crianças de até 11 anos com diarreia, sendo a maioria residente na área urbana da cidade (Figura 18).



**Figura 18.** Localização das residências das crianças de até 11 anos diagnosticadas com diarreia entre o período de fevereiro e outubro de 2016.

Nas Tabelas 7 e 8 estão os dados sobre a diarreia no município de Afuá, por faixa etária nos anos de 2016 e 2017.

**Tabela 7.** Casos de diarreia no município de Afuá nos anos de 2016 e 2017.

Ano	Faixa Etária					Total	% < 5
	< 1	1a4	5a9	10+	IG (Ignorado)		
2016	158	438	141	261	107	1.105	53,9%
2017	112	525	170	331	107	1.335	47,7%

Fonte: Secretaria de Vigilância em Saúde – SIVEP DDA [http://www.saude.gov.br/sivep\\_dda](http://www.saude.gov.br/sivep_dda)

**Tabela 8.** atendimentos médicos e planos de atenção básica, urgência e emergência em Afuá nos anos de 2016 e 2017.

Ano	Plano de Tratamento				Total	% A
	A	B	C	IGN (Ignorado)		
2016	779	227	98	1	1.105	70,5%
2017	1072	227	34	2	1.335	80,3%
Total	1851	454	132	3	2440	82,7%

Fonte: Secretaria de Vigilância em Saúde – SIVEP DDA [http://www.saude.gov.br/sivep\\_dda](http://www.saude.gov.br/sivep_dda)

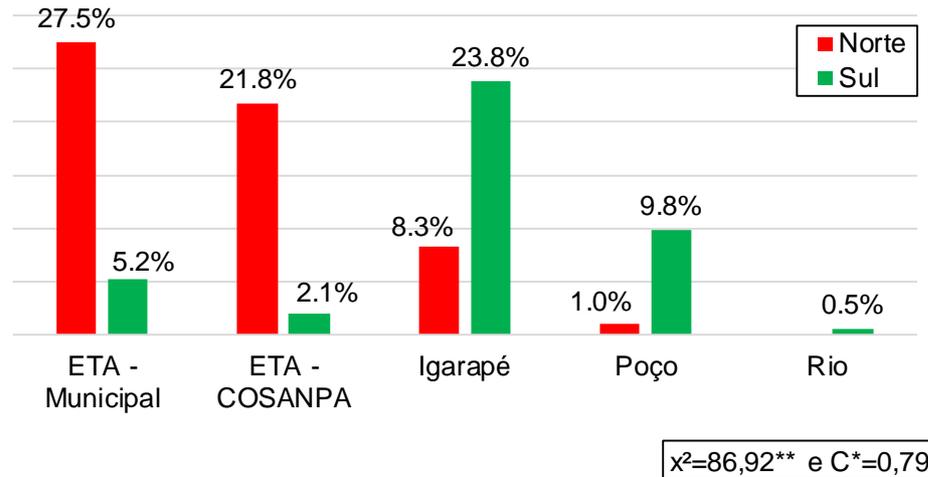
Nos anos de 2016 e 2017 foram atendidos 1851 casos de diarreia, foram no Tratamento (A), em domicílio com soro oral, 454 no Tratamento (B), em observação na Unidade Mista de Afuá com soro oral e tratamento terapêutico e 132 no Tratamento (C) endovenoso por meio de internação.

Constatou-se na avaliação das fichas de atendimentos desta localidade periférica e sem saneamento básico, que estes dados não remetem a realidade vivenciada no território, apontando que os munícipes, procuram a Unidade Mista e de Saúde, entre o 2º (segundo) e o 4º (quarto) dia com o sintoma de diarreia, contudo até o 2º (segundo) dia, o tratamento é no ambiente domiciliar por meio de uso de remédios caseiros e ainda o uso de antibióticos que são recomendados por pessoas que trabalham em farmácias.

Atualmente na cidade funcionam 8 farmácias. Foi observado que é muito comum que a população, de modo geral, procure o farmacêutico para indicar o tratamento da diarreia. Tal situação é relacionada à falta de médicos na cidade. No ano de 2016 a Prefeitura tinha dois médicos cubanos para o atendimento na Unidade Mista de Saúde da cidade.

#### 4.2.2. Abastecimento e tratamento de água

A ocorrência de diarreia nas crianças de Afuá, como observado na Figura 19, apresentou correlação significativa com a fonte de água utilizada para o consumo, sendo o maior percentual originado das ETA's na zona norte e dos igarapés na zona sul.



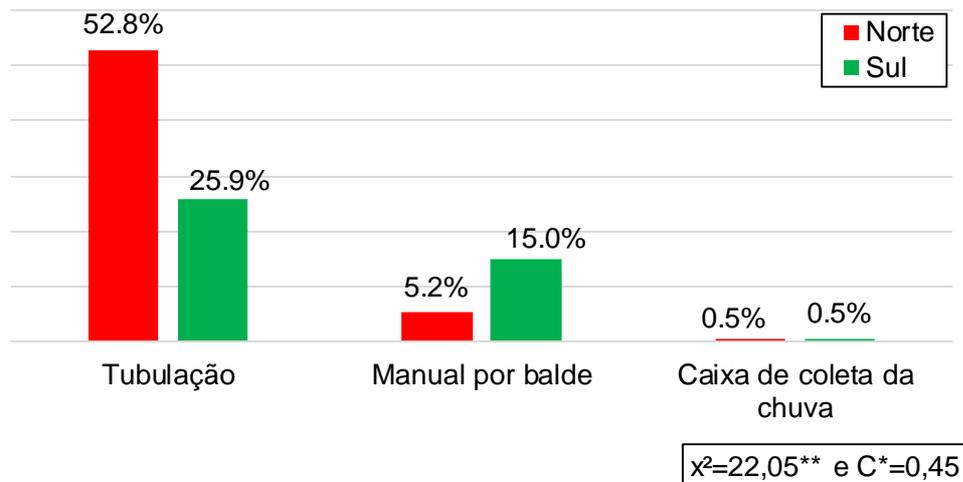
**Figura 19.** Fonte de água utilizada pelas crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (\*\*) e coeficiente de contingência ( $C^*$ ).

Pode-se verificar que a maior parte das crianças que tiveram doenças diarreicas agudas na região norte (49,2% do total do município), está associada significativamente com a fonte de água originada das ETA's Municipais e da COSANPA. Na zona sul apresentou maior associação com as crianças que se abastecem de água dos Igarapés (23,8%).

De acordo com as observações feitas *in loco* verificou-se que a maioria das famílias acredita que somente a clarificação da água, ou seja, a decantação do barro pelo uso do sulfato de alumínio é suficiente para consumir. Muitas famílias não realizavam e ainda não realizam o processo de cloração da água dentro das residências, citando que o hipoclorito de sódio, é conhecido como “veneno” ou “medicamento”, e tem a função de provocar a morte de seus filhos, devido à mudança no sabor e gosto da água clorada.

Outra observação feita na pesquisa *in loco* das crianças que consomem água direto dos igarapés, na sua maioria, tem a presença de lama e/ou barro no fundo dos reservatórios de água para consumo, sugerindo a presença de *E. coli*.

Com relação ao método de coleta e transporte de água para as residências, observou-se correlação significativa do maior percentual de crianças com diarreia associadas ao modo e condições de transporte da água por tubulação em condições precárias, sendo 52,8% na zona norte e 25,9% na zona sul (Figura 20).



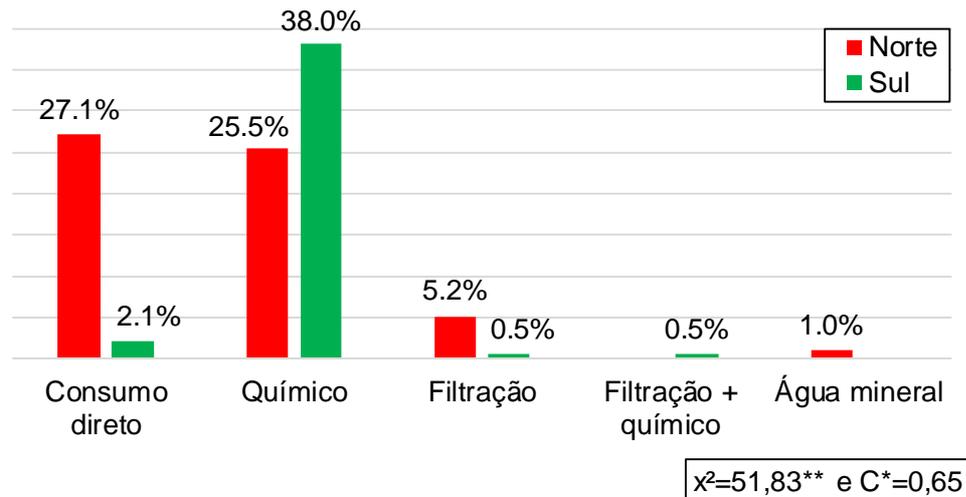
**Figura 20.** Método de coleta e transporte de água utilizada pelas crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (\*\*) e coeficiente de contingência ( $C^*$ ).

Este resultado pode estar relacionado a idade das tubulações do sistema de distribuição de água, da falta de manutenção da rede e por estar submersa na água e lama em situação sanitária propícia para a contaminação, uma vez que pode haver comunicação da água da tubulação com ao ambiente externo (Figura 21).



**Figura 21.** Alguns locais onde se encontram a rede de distribuição de água do município de Afuá – PA.

Com relação ao método de tratamento de água, a maior correlação foi obtida com o consumo direto sem nenhum tipo de tratamento na zona norte (27,1%) e com o tratamento químico nas zonas norte (25,5%) e sul (38,0%) (Figura 22).

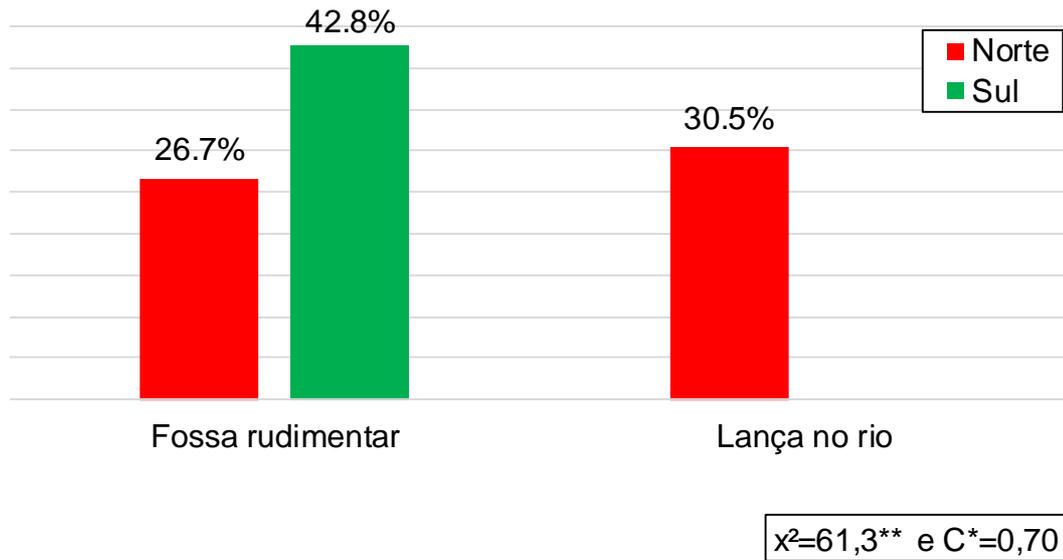


**Figura 22.** Método de tratamento de água utilizada pelas crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (\*\*) e coeficiente de contingência ( $C^*$ ).

Como a principal origem da água de tratamento químico vem das ETA's é provável, diante dos problemas já citados anteriormente, que o método de tratamento de água não atenda o que preconiza a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Este fato associado à questão da distribuição por tubulação deficiente e sem manutenção, corrobora tais resultados.

#### 4.3. Disposição do esgoto

O maior percentual de crianças que foram diagnosticadas com diarreia está associado ao uso de fossa rudimentar na zona norte (41,2%) e o lançamento no rio na zona sul (25,8%) (Figura 23).



**Figura 23.** Método de disposição de esgotos utilizada nas residências das crianças diagnosticadas com diarreia nas zonas norte e sul do município de Afuá – PA, sendo qui-quadrado ( $\chi^2$ ), significativo ao nível de 1% (\*\*) e coeficiente de contingência ( $C^*$ ).

O município de Afuá, em sua sede, não apresenta rede de esgotamento sanitário, sendo que a principal alternativa que está sendo usada para disposição dos dejetos em geral, são os rios e igarapés, os quais são utilizados pela própria população para o abastecimento de água.

A partir de informações do SNIS (2017), em 80% das residências da área urbana, os moradores constroem as próprias fossas rudimentares, as quais não possuem tratamento dos resíduos sanitários gerados, e 20% despejam em valas a céu aberto, conhecidas popularmente como sanitário em madeira “cintina”. As ruas da cidade são constituídas de pontes (em concreto e em madeira), em que parte dessas são submersas nos períodos de cheia, juntamente com os quintais das casas (Figura 24).



**Figura 24.** Visão geral das ruas e das casas da área urbana do município de Afuá - PA

A cidade ribeirinha é cercada pelos rios Afuá, Marajozinho e Cajuuna, em que o movimento da maré é o elemento definidor da paisagem da região, onde se destacam as várzeas e os igapós, ambientes de onde retiram o sustento das famílias pela pesca, e importante meio para navegação comercial da comunidade local.

Nestas áreas, a variação diária do nível da maré pode ultrapassar os três metros. A hidrografia regional tem importância vital para a economia da região, devido aos aspectos como único meio de transporte e comunicação entre a maioria das cidades e vilas do Marajó, além do seu potencial pesqueiro (Relatório Analítico do Território do Marajó, 2016).

Portanto é de suma importância que as cidades que se desenvolvem nestes ambientes sejam planejadas de forma a se adaptar a estas condições adversas inerentes a estes locais, com investimento em tecnologia que integre a solução para as fragilidades do saneamento básico (abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos) e potencialize os aspectos favoráveis (manutenção da qualidade de água para a vida aquática).

Outro fator de atenção que precisa ser cuidado são as necessárias capacitações continuadas para equipe de ASC – Agente de Saúde Comunitária para que tenham o suporte necessário ao bom acompanhamento junto às famílias tanto na sede como no interior do Município. É necessário que o Sistema de Saúde do Município organize as informações sobre todo processo de atendimentos das doenças diarreicas agudas por meio da notificação dos casos, no intuito de espelhar a realidade das doenças nos municípios. Além disso, os casos devem ser informados de maneira oportuna no Sistema, no intuito de identificar as áreas com maior ou menor incidência de casos, facilitando a intervenção da Vigilância epidemiológica.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

- A qualidade de água observada em relação às variáveis de turbidez e *Escherichia coli* tornam a água imprópria para o consumo humano, com necessidade emergencial de sistema padronizado com adequado tratamento e distribuição de água a todos habitantes da área urbana do município.
- O maior percentual de crianças diagnosticadas com diarreia apresentou correlação com a água originada das estações de tratamento de água e igarapés, transportadas por tubulações, tratadas quimicamente e com disposição de esgotos em fossas rudimentares.
- Diante dos resultados é de extrema importância e urgência que os sistemas de tratamento e distribuição de água sejam modernizados e que a coleta e tratamento de esgotos seja realizado. Entretanto, em função do ambiente em que a cidade está localizada serão necessários estudos de métodos adaptados para regiões de igarapés e sujeitos a inundações.

## REFERÊNCIAS

Agencia Nacional de Água – ANA. Disponível em <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/qualidade-da-agua>. Acesso em 27dez2017.

**Atlas Brasil, abastecimento urbano de água:** resultados por estado / Agência Nacional de Águas; Engecorps / Cobrape. — Brasília, 2010. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas ANA Vol 02 Regiao N orte.pdf> Acesso em 24 out 2018.

BACCI, D. C.; PACATA, E. M. **Educação para água.** Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a14.pdf> Acesso em 23dez2017.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. **Água:** um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. Disponível em <http://rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/116> Acesso em 31 de agosto de 2017.

**BRASIL**, 2011. PORTARIA Nº- 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde.

**BRASIL**, 2005. RESOLUÇÃO CONAMA 375/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

**BRASIL.** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em [http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf) Acesso em jan. 2018.

**BRASIL.** Ministério da Saúde. Governo Federal. Grupo Executivo Interministerial. Plano de Desenvolvimento Territorial Sustentável para o Arquipélago do Marajó: resumo executivo da versão preliminar para discussão nas consultas públicas / Governo Federal, Grupo Executivo Interministerial. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007. Disponível em [https://www.seplan.pa.gov.br/sites/default/files/PDF/ppa/ppa2016-2019/pdrs\\_marajo.pdf](https://www.seplan.pa.gov.br/sites/default/files/PDF/ppa/ppa2016-2019/pdrs_marajo.pdf) Acesso em 31ago2018.

**BRASIL.** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em

Saúde Ambiental. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2005 Disponível em [http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa\\_agua\\_consumo\\_humano.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_agua_consumo_humano.pdf) Acesso em 12 set 2017.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico**: fonte de saúde e bem-estar. São Paulo: Ed. Moderna, 1992 .

**Coordenadas Geográficas**. Disponível em: <<http://www.geografos.com.br/cidades-para/afua.php>>. Acesso em: 14 set. 2017.

DIAS, M. B.; SILVA, M. J. B. da. **AFUÁ: VENEZA MARAJOARA, PARÁ-BRASIL**. Volume 2, Nº 47E de 2001 da Revista Geográfica de América Central : XVIII Encontro de Geógrafos de América Latina ( versão eletrônica). Disponível em <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2221> Acesso em 28fev. 2018.

GRASSI, M. T. **As águas do planeta Terra** (2001). Disponível em <http://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf> Acesso em 23 out. 2018.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano (Org.)**. 2.ed. r ev. e atual. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Disponível em <https://www.passeidireto.com/arquivo/20971615/heller-e-padua-abastecimento-de-agua-para-consumo-humano-volume-2> Acesso em 23 ago. 2017.

**História de Afuá**. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/para/afua.pdf> Acesso em 07 fev.2018.

HUBERMAN, L. **A história da riqueza do homem**. 21. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

**IBGE**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município de Afuá 2010. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/afua/panorama> Acesso em 30 ago. 2018.

**IBGE**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município de Afuá 2018. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/afua/panorama> Acesso em 31ago2018.

LADAU, E. C.; MOURA, L.; LUZ, W. V. **Esgotamento Sanitário nos Domicílios Urbanos e Rurais do Brasil em 2010**. In: Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais.. – Brasília, DF : Embrapa, 2016.

MARTINS, T. J. C. **Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano – Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada.** Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior Agrária para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental. Bragança/PA, 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil, ano 2013**, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial da Saúde (OMS). Disponível em <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/marco/12/analise-indicadores-agua-10mar15-web.pdf> Acesso em 28fev2018.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** Trad. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 8.ed. São Paulo: Cortez; Brasília: Unesco. 2003. p.118.

NEU, V. et al. Caracterização físico-química e biológica das águas na região insular de Belém(p.48). IN\_\_\_\_NEU, V.; SANTOS, M. A. S. dos; MEYER, L. F.F.; GUEDES,V. M.; ARAÚJO, M. G. da S.(Orgs.). **Sustentabilidade e Sociobiodiversidade na Amazônia:** integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2016.

NIEMEYER, M. **Água:** a essência da vida em suas múltiplas dimensões. São Paulo: Publifolha , 2012.

**O curso da água na história.** Disponível em [http://www.pick-upau.org.br/mundo/curso\\_agua/O%20Curso%20da%20%C1gua%20na%20Hist%F3ria.pdf](http://www.pick-upau.org.br/mundo/curso_agua/O%20Curso%20da%20%C1gua%20na%20Hist%F3ria.pdf) . Acesso em 23 dez. 2017.

**Plano Municipal de Saúde de Afuá / Gestão 2018-2021.** Prefeitura Municipal de Afuá. Secretaria Municipal de Saúde de Afuá.

**Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos,** 2015. Disponível em <http://mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/planos-municipais-de-gest%C3%A3o-integrada-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos> Acesso em 23 mar. 2017.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada.** São Carlos, SP. 233p. (Dissertação Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2001. Disponível em . Acesso em 25 maio 2011.

PERES, A. C. **O caminho das águas**. Revista Radis. Publicado pela Fundação Oswaldo Cruz. N.º147 de dezembro de 2014. Disponível em [www.ensp.fiocruz.br/radis](http://www.ensp.fiocruz.br/radis) Acesso em 23 jan. 2017.

**PORTARIA Nº- 2.914** - Ministério da Saúde, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011.

RANGEL, S. **Sobre palafitas no Pará**, 'cidade do pedal' usa bike até como ambulância. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/04/1872111-sobre-palafitas-no-para-cidade-do-pedal-usa-bike-ate-como-ambulancia.shtml> Acesso em 31 ago. 2018

**Relatório de Gestão da Secretaria de Saúde do Município de Afuá** do período de janeiro à dezembro de 2016.

**Relatório Analítico do Território do Marajó**. Disponível em [sit.mda.gov.br/download/ra/ra129.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/ra/ra129.pdf) Acesso em 12 jun. 2016.

**Relatório de vistoria técnica 335/2018**, elaborado pelo engenheiro químico do Grupo de Apoio Técnico Interdisciplinar – GATI do Ministério Público do Pará, disponibilizado à promotoria de Justiça do município de Afuá.

SANTO, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. - (Coleção Milton Santos; 1). Disponível em [http://files.leadt-ufal.webnode.com.br/200000026-4d5134e4ca/Milton\\_Santos\\_A\\_Natureza\\_do\\_Espaco.pdf](http://files.leadt-ufal.webnode.com.br/200000026-4d5134e4ca/Milton_Santos_A_Natureza_do_Espaco.pdf) Acesso em 19 fev. 2018.

SANTOS, R.; SANTOS, F. dos S.; SANTOS, C. da S. dos; MORAES, M. A. **Doenças de veiculação hídrica: empoderamento para educação em saúde**. xiii congresso nacional de meio ambiente de poços de caldas 21, 22 e 23 de setembro de 2016. Disponível em <http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/426.%20DOEN%C3%87AS%20DE%20VEICULA%C3%87%C3%83O%20H%C3%8DDRICA.PDF> Acesso em 07 fev. .2018.

SANTIAGO, E. **Ilha do Marajó**. Disponível em <https://www.infoescola.com/geografia/ilha-de-marajo/> Acesso em 08 fev. 2018.

**SNIS - Sistema Nacional de Informação de Saneamento**, 2016. Disponível em <http://www.snis.gov.br/> Acesso em 31 de ago. 2017.

**Sistemas de Tratamento de água** - SAAE, Aracruz/SE. Disponível em [https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento\\_de\\_Agua.pdf](https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf). Acesso em 07 out. 2017.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede** : uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: 2007. Disponível em <http://www.pucrs.br/edipucrs/online/planetaagua/planetaagua/planetaagua.html>. Acesso 04 fev. 2017.

ZAMBON, R. C.; CONTRERA, R. C. C.; SOUZA, T. S. Octávio de. **Introdução e concepção de sistemas de abastecimento de água**. Disponível em <http://www.pha.poli.usp.br> Acesso em 27dez. 2017.