UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA
MESTRADO PROFISSIONAL EM SAÚDE COLETIVA COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA EM SERVIÇOS DE SAÚDE COM ÊNFASE EM VIGILÂNCIA EM SAÚDE

ASSOCIAÇÕES ENTRE CONSUMO DE ÁGUA FORA DOS PADRÕES DE POTABILIDADE E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NO ESTADO DO TOCANTINS

Renilton Delmundes Bezerra

SALVADOR - BA
2017

Renilton Delmundes Bezerra

ASSOCIAÇÕES ENTRE CONSUMO DE ÁGUA FORA DOS PADRÕES DE POTABILIDADE E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NO ESTADO DO TOCANTINS

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia – ISC/UFBA para obtenção do título de mestre do Mestrado Profissional, área de concentração em epidemiologia em serviços de saúde com ênfase em vigilância em saúde.

Orientador: Prof. Dr. Federico Costa

SALVADOR - BA

2017

Ficha Catalográfica
Elaboração Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva

B574a Bezerra, Renilton Delmundes.

Associação entre consumo de água fora dos padrões de potabilidade e doenças de veiculação hídrica no Estado do Tocantins / Renilton Delmundes Bezerra. -- Salvador: R.D. Bezerra, 2017.

86 f.

Orientador: Prof. Dr. Federico Costa.

Dissertação (mestrado profissional) - Instituto de Saúde Coletiva. Universidade Federal da Bahia.

1. Qualidade de Água. 2. Doenças de Veiculação Hídrica. 3. Saneamento. I. Título.

CDU 628.1

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Saúde Coletiva – ISC
Programa de Pós - Graduação em Saúde Coletiva

Renilton Delmundes Bezerra

"ASSOCIAÇÕES ENTRE CONSUMO DE ÁGUA FORA DOS PADRÕES DE POTABILIDADE E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NO ESTADO DO TOCANTINS".

A Comissão Examinadora abaixo assinada, aprova a Dissertação, apresentada em sessão pública ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia.

Data de defesa: 28 de julho de 2017

Banca Examinadora:

Prof. Federico Costa – ISC/UFBA

Prof. Wildo Navegantes de Araújo – UNB/DF

Profa. Yukari Figueroa Mise – ISC/UFBA

Salvador
2017

AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins pela oportunidade e financiamento do curso.

À Universidade Federal da Bahia pelo curso.

Aos professores e servidores do ISC/UFBA pelo carinho e dedicação.

Aos colegas de turma pelas ajudas e pelos momentos maravilhosos.

Ao meu exímio orientador pela paciência e presteza.

Aos amigos, por serem fonte de inspiração.

À minha esposa pelo companheirismo em todos os momentos.

Aos familiares por serem minha base e pelo amor incondicional.

A Deus...pela vida.

BEZERRA, R. D. **Associações entre Consumo de Água Fora dos Padrões de Potabilidade e Doenças de Veiculação Hídrica no Estado do Tocantins**, 2017. 86f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Saúde Coletiva/Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

RESUMO

O acesso à água potável é um direito humano básico e componente eficaz de política de proteção da saúde. No Estado do Tocantins, embora o abastecimento de água seja prioritariamente por rede geral, mantêm-se deficiências no fornecimento de água potável. A atuação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VQACH) proporciona a construção de importantes indicadores epidemiológicos e ambientais. O presente estudo teve como objetivo descrever o abastecimento e a qualidade da água para consumo humano nos municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015, bem como identificar associações entre o consumo de água não potável e a incidência de doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA). Trata-se de um estudo ecológico de base territorial, com uso de dados secundários, cujas unidades de análise foram os municípios do Estado do Tocantins. Foram utilizados indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento e na qualidade da água para consumo humano (variáveis de exposição) e indicadores de morbimortalidade associados às DVHA (variáveis de desfecho). Para verificar associações entre essas variáveis, realizou-se análises de regressão logística univariada, aplicando-se, também, o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson a um grupo de cinco municípios com melhores registros mensais de dados, no período 2014 a 2016. Observou-se coletas de amostras de água em 122 (88%) dos 139 municípios, com maior concentração nos Sistemas de Abastecimento de Água - SAAs (87%). O percentual de amostras fora do padrão de potabilidade foi maior nas soluções alternativas. Verificou-se medianas de 0% para população abastecida por água sem tratamento, 1% para população abastecida por soluções alternativas e 0% para população atendida por rede de esgoto. Foram identificados valores discrepantes para indicadores como a proporção da população abastecida por água sem tratamento nos municípios de Itaguatins (95,8%), Novo Alegre (37,1%) e Pium (34,2%), e o percentual de amostras fora do padrão em SAAs (*E. coli)*, que ficou acima de 17% nos municípios de Bom Jesus do Tocantins, Tupirama, Angico, Taipas do Tocantins, Pedro Afonso e Ananás. Tomando-se os municípios como unidade de análise, não foram observadas associações estatisticamente significativas entre as exposições e os desfechos, exceto entre as variáveis cobertura por rede de esgoto e óbitos em crianças menores de cinco anos. Considerando-se os dados mensais de um mesmo município ao longo de três anos, encontramos correlações positivas entre e o registro de DVHA e a ocorrência de inconformidades na qualidade da água. A apreciação dos resultados desta pesquisa deve considerar as assimetrias nos registros dos dados utilizados. Recomendamos a priorização das ações de VQACH nos municípios com elevado grau de inconsistências nos SAAs, bem como nas situações em que as soluções alternativas de abastecimento de água são utilizadas.

Palavras-chave: Qualidade de água. Doenças de veiculação hídrica. Saneamento.

BEZERRA, R. D. **Associations between Water Consumption Outside Potability Standards and Waterborne Diseases in the State of Tocantins**, 2017. 86 pp. Dissertation (Master in Collective Health) - Institute of Collective Health / Federal University of Bahia, Salvador, 2017.

ABSTRACT

The access to potable water is a basic human right and an effective component of health protection policy. In the State of Tocantins, although the water supply is priority through a general network, maintain disabilities in the supply of potable water. The performance of the Drinking-Water Quality Surveillance (VQACH) provides the construction of important epidemiological and environmental indicators. The present study aimed to describe the supply and the quality of the water for human consumption in the municipalities of the State of Tocantins, in the year of 2015, as well as identify associations between the consumption of non-potable water and the incidence of Water-and Foodborne Diseases (DVHA). This is an ecological study with a territorial base, using secondary data, whose units of analysis were the municipalities of the State of Tocantins. Indicators of health vulnerability were used related to deficiencies in the supply and quality of water for human consumption (exposure variables) and related indicators of morbidity and mortality associated with DVHA (outcome variables). In order to verify associations between these variables was performed univariate logistic regression analysis, applying also the calculation of Pearson's correlation coefficient to a group of five municipalities with the best monthly data records, from 2014 to 2016. It was observed sampling of water in 122 (88%) of the 139 municipalities, with greater concentration in the Water Supply Systems – SAAs (87%). The percentage of non-standard samples was higher in the alternative solutions. Observed an average of 0% for the population supplied by untreated water, 1% for the population supplied by alternative solutions and 0% for the population served by sewage network. Were identified discrepant values for indicators such as the proportion of the population supplied by untreated water in municipalities Itaguatins (95,8%), Novo Alegre (37,1%) and Pium (34,2%), and the percentage of non-standard samples in SAAs (*E. coli*), that was above 17% in the municipalities of Bom Jesus do Tocantins, Tupirama, Angico, Taipas do Tocantins, Pedro Afonso and Ananás. Taking the municipalities as a unit of analysis, there were no statistically significant associations between the exposures and the outcomes, except among the variables coverage by sewage network and deaths in children under five years. Considering the monthly data of the one same municipality over three years, we found positive correlations between the water-and foodborne diseases and the occurrence of nonconformities in water quality. The appreciation of the results of this research should consider the asymmetries in the records of the data used. We recommend prioritizing (VQACH) actions in municipalities with a high degree of inconsistency in SAAs, as well as in situations where water supply alternative are used.

Key-words: Water quality. Water-borne diseases. Sanitation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ações básicas para operacionalização da vigilância da qualidade da água para consumo humano..... 23

Figura 2. Número de municípios e meses com coletas de amostras de água..... 39

Figura 3. Número de municípios e de amostras de água coletadas segundo a forma de abastecimento de água para consumo humano..... 40

Figura 4. Valores mensais do número de amostras de água fora do padrão de potabilidade e do número de casos registrados para A) Doenças Diarreicas Agudas (DDA); B) Internações por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA) e C) DVHA de notificação, em Araguatins –TO, 2014 a 2016..... 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento e na qualidade de água para consumo humano, e ao esgotamento sanitário..... 32

Tabela 2. Indicadores de morbimortalidade por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA)..... 34

Tabela 3. Indicadores utilizados na análise descritiva do abastecimento e da qualidade de água para consumo humano nos municípios do Estado do Tocantins -2015..... 35

Tabela 4. Indicadores utilizados na investigação das associações entre o consumo de água não potável e a incidência de doenças de veiculação hídrica nos municípios do Estado do Tocantins - 2015..... 36

Tabela 5. Variáveis utilizadas no estudo de correlação entre inconformidades na qualidade de água para consumo humano e o registo de morbidades por doenças de veiculação hídrica (DVHA), em municípios do Estado do Tocantins..... 37

Tabela 6. Descrição das coletas de amostras de água realizadas em 122 municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015..... 39

Tabela 7. Amostras de água coletadas em 122 municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015, segundo a forma de abastecimento e o parâmetro de qualidade da água para consumo humano..... 41

Tabela 8. Amostras de água fora do padrão de potabilidade, coletadas em 122 municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015..... 42

Tabela 9. Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a inseguranças no abastecimento e na qualidade da água para consumo humano, em municípios do estado do Tocantins-2015..... 43

Tabela 10. Indicadores de morbimortalidade relacionados a doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA) em municípios do estado do Tocantins – 2015..... 43

Tabela 11. Fatores relacionados à incidência de internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA)..... 44

Tabela 12. Fatores relacionados a óbitos em crianças menores de cinco anos de idade..... 45

Tabela 13. Fatores relacionados à incidência de doenças diarreicas agudas (DDA) em crianças menores 5 anos de idade..... 46

Tabela 14. Fatores relacionados à morbidade por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA) de notificação..... 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CID-10	Classificação Estatística Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados à Saúde -10ª Revisão
DATASUS/TABNET	Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde
DDA	Doenças Diarreicas Agudas
DVHA	Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISC/UFBA	Instituto de Saúde Coletiva da Universidade de Federal da Bahia
MDDA	Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas
MS	Ministério da Saúde
ODM	Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
SAA	Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano
SAC	Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano
SAI	Solução Alternativa Individual de Abastecimento de Água para Consumo Humano
SIH - SUS	Sistema de Informações Hospitalares do SUS
SIM	Sistema de Informação dobre Mortalidade
SINAN NET	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINASC	Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SIVEP-DDA	Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNICEF	United Nations Children's Fund
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VQACH	Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VSA	Vigilância em Saúde Ambiental
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	12
2	**REVISÃO DE LITERATURA**	15
2.1	SAÚDE E AMBIENTE	15
2.2	SANEAMENTO E SAÚDE	15
2.3	ÁGUA COMO VEÍCULO DE TRANSMISSÃO DE DOENÇAS	17
2.4	DOENÇAS E QUALIDADE DA ÁGUA	19
2.5	VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	21
2.6	ACESSO À ÁGUA E VULNERABILDIADE SOCIOAMBIENTAL	24
2.7	ABASTECIMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA	25
3	**OBJETIVOS**	28
3.1	OBJETIVO GERAL	28
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4	**ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS**	29
4.1	DESENHO DO ESTUDO	29
4.2	ÁREA DO ESTUDO	29
4.3	DADOS	30
4.4	INDICADORES	30
4.4.1	Abastecimento e qualidade da água	30
4.4.2	Morbimortalidade	32
4.4.3	Modelo final de indicadores	34
4.4.4	Vantagens e limitações dos indicadores	37
4.5	PLANO DE ANÁLISE	37
4.6	ASPECTOS ÉTICOS	38
5	**RESULTADOS**	39
6	**DISCUSSÃO**	50
6.1	ABASTECIMENTO	50
6.2	QUALIDADE DA ÁGUA	51
6.3	QUALIDADE DOS DADOS	53
6.4	ASSOCIAÇÕES ENTRE VULNERABILIDADE SANITÁRIA E MORBIMORTALIDADE POR DVHA	54
7	**LIMITAÇÕES DO ESTUDO**	56
8	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	57
	REFERÊCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	APÊNDICE A - Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento de água para consumo humano e no atendimento urbano por rede de esgoto	69
	APÊNDICE B - Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências na qualidade da água para consumo humano	72

APÊNDICE C - Indicadores de morbimortalidade por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA)..... 75

APÊNDICE D - População abastecida com água sem tratamento nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%)..... 78

APÊNDICE E - População atendida por formas alternativas de abastecimento de água para consumo humano nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%)..... 79

APÊNDICE F - Meses no ano sem registro de coleta de amostras de água pela vigilância da qualidade da água para consumo humano (parâmetros microbiológicos) nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015..... 80

APÊNDICE G - Amostras de água fora do padrão de potabilidade (parâmetro turbidez) coletadas em sistemas de abastecimento de água nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%)..... 81

APÊNDICE H - Amostras de água fora do padrão de potabilidade (parâmetro coliformes totais) coletadas em sistemas de abastecimento de água nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%)..... 82

APÊNDICE I - Amostras de água fora do padrão de potabilidade (parâmetro *Escherichia coli*) coletadas em sistemas de abastecimento de água nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%)..... 83

APÊNDICE J - População urbana atendida por rede de esgoto nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%)..... 84

APÊNDICE L - Correlações entre variáveis de inconformidades na qualidade da água para consumo humano e morbidade por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA), em municípios do Estado do Tocantins, 2014 a 2016..... 85

1 INTRODUÇÃO

O acesso à água potável é um direito humano básico e componente eficaz de política de proteção da saúde, além de importante aspecto para o desenvolvimento em níveis nacional, regional e local (WHO, 2011). A Organização das Nações Unidas reconhece que a água potável segura e o saneamento adequado são fundamentais para a redução da pobreza, para a dignidade humana e para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2011).

Diversos problemas ambientais estão associados à falta ou à precariedade do saneamento, tais como a poluição ou contaminação na captação de água para o abastecimento humano, poluição de rios, aquíferos, doenças, com as consequentes perdas humanas e materiais, entre outros (KRONEMBERGER et al., 2011). Assim, a contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento (LIBÂNIO et al., 2005).

Sabe-se que a qualidade da água tem grande influência sobre a saúde. Se não for adequada, pode causar surtos de doenças e graves epidemias. Uma variedade de doenças infecciosas pode ser transmitida pela água contaminada, o que pode ocorrer pela ingestão de água contaminada com urina ou fezes, contendo micro-organismos patogênicos associados a cólera, febre tifoide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatites infecciosas e diarreias agudas (OPAS/OMS, 2001).

Nos países em desenvolvimento, a diarreia é mais prevalente, especialmente devido à pior saúde geral e estado nutricional, bem como pela carência de saneamento, higiene e água potável. Estima-se que 2,5 bilhões de pessoas não contam com instalações de saneamento melhorado e quase um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável. Esses ambientes insalubres permitem que patógenos causadores de diarreia se espalhem mais facilmente (WARDLAW et al., 2010).

Calcula-se que em 1999, cerca de 90% da carga global de diarreias infecciosas e doenças relacionadas à água, saneamento e higiene, ocorreram em crianças menores de cinco anos, representando, na população mundial, 4% dos óbitos e 5,7% da estimativa de anos de vida perdidos, com concentração nos países em desenvolvimento, nos quais a carga dessas doenças pode ser 240 vezes maior quando comparada a regiões desenvolvidas (PRÜSS et al., 2002).

No Brasil, entre 1984 e 1998, observou-se tendência de redução dos registros de doenças de notificação compulsória de veiculação hídrica (febre tifoide, cólera e leptospirose), com predomínio das internações nas Regiões Nordeste e Norte. Essa conjuntura revela a existência de uma política de saneamento em que a oferta e o acesso são desiguais nas Regiões e Estados do Brasil que, por suas características ambientais, fornecem um cenário favorável ao surgimento de surtos epidêmicos, ou manutenção das doenças em níveis endêmicos (MENDES et al., 2000).

Segundo Teixeira et al. (2012a), no Brasil, em 2009, os gastos hospitalares pelo Sistema Único de Saúde (SUS) com doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado somaram R$ 359.040.900,09, o que representa 3,55% do gasto total do SUS com internações hospitalares no país. Nesse período, as diarreias representaram 40,95% dos óbitos e 87,12% dos gastos hospitalares por causas definidas relacionadas ao saneamento básico inadequado.

A parcela da população brasileira sem abastecimento de água proveniente de rede geral, independente da existência ou não de canalização interna, diminuiu de 29,9% em 1990 para 14,5% em 2012, ao passo que a população sem acesso a esgotamento sanitário (rede geral ou fossa séptica) caiu de 47% para 23% nesse período, demonstrando que o Brasil atingiu parte de uma das metas dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM): “reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável e ao esgotamento sanitário” (BRASIL, 2014).

Todavia, esses indicadores são caracterizados por contrastes geográficos, sociais e regionais, de modo que a população rural, de menor renda e das regiões Nordeste e Norte, apresentam maiores dificuldades de acesso ao saneamento básico (BRASIL, 2014). Assim sendo, uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos (ONU, 2015).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em apenas quatro regiões hidrográficas o índice de atendimento urbano com rede de água, em 2012, estava abaixo dos 90%, sendo uma delas a Tocantins-Araguaia (68,5%), onde se situa o território Estado do Tocantins. Nas regiões hidrográficas cujo atendimento urbano com rede de água encontrava-se abaixo dos 80%, o índice de coleta de esgoto mostrou-se reduzido, sendo que a região Tocantins-Araguaia apresentou índice de apenas 25% (BRASIL, 2015b).

Do ponto de vista sanitário, esse quadro mostra-se preocupante pelo seu potencial de influenciar negativamente a qualidade da água e, por consequência, a saúde da população; configura-se, porém, ainda mais crítico quando se agrega a essa análise aspectos qualitativos

do abastecimento de água, seja em centros urbanos ou em áreas de baixa densidade demográfica, onde, com frequência, se utiliza soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, sem nenhum tipo de tratamento. Diante disso, Confalonieri et al. (2010), enfatizam a importância das ações setoriais de pesquisa e monitoramento para um conhecimento mais completo da relação água/saúde no país, sendo importantes as iniciativas de coleta, organização e disponibilização de dados sobre água, esgotamento sanitário e doenças de veiculação hídrica.

Diante da complexa relação ambiente e saúde, e considerando os múltiplos condicionantes desta, destaca-se a Vigilância em Saúde Ambiental (VSA). Inserida no contexto do SUS, compõe o conjunto de ações e serviços que proporcionam o conhecimento e a detecção de fatores de risco do meio ambiente que interferem na saúde humana, integrando informações e ações de diferentes setores (BRASIL, 2002). Um dos principais componentes da VSA é o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), que tem como objetivo central garantir à população o acesso à água em qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente para a promoção da saúde, por meio de ações como a análise permanente e sistemática de informações sobre o fornecimento de água às populações e sobre a evolução da qualidade física, química e microbiológica da água de consumo humano e sua correlação com as enfermidades de veiculação hídrica (BRASIL, 2005).

Na avaliação do VIGIAGUA no Estado do Tocantins – Ano base 2011, constatou-se que embora o abastecimento de água no Tocantins seja prioritariamente por rede geral, não significa que essa população receba água tratada, já que o estado apresenta um percentual de população atendida por sistemas de abastecimento de água sem tratamento superior ao percentual da região Norte e Brasil, o que também ocorre para a taxa de morbidade por hepatite A (BRASIL, 2012a).

Nesse contexto, torna-se importante a análise de dados, especialmente os produzidos pelo setor saúde, que propiciem um conhecimento mais amplo das situações de vulnerabilidade sanitária e suas correlações com a saúde da população. No Estado do Tocantins, em especial, observa-se lacuna no conhecimento a respeito dos padrões de abastecimento e qualidade da água para consumo humano, e de morbimortalidade por doenças de veiculação hídrica. O presente trabalho pretende contribuir com melhoria desse cenário de informações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SAÚDE E AMBIENTE

Na atualidade, a complexa sociedade e a decorrente ampliação dos impactos ambientais, que em muitos casos atingem escala planetária, impõe a expansão da visão dos determinantes ambientais sobre a saúde. Verifica-se, assim, inovação na abordagem saúde e ambiente, que encontra na terminologia epidemiologia ambiental seu instrumental metodológico e na expressão saúde ambiental a chave para orientar a organização institucional (HELLER, 1998). No processo de definição de políticas e estratégias intersetoriais envolvendo meio ambiente e saúde, é imprescindível conhecer as consequências das condições ambientais na saúde, o que tem motivado a realização de estudos para um melhor entendimento da relação entre essas duas áreas, no contexto do desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA; FARIA, 2008).

A Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) incorpora ao conceito de poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população. A Lei n.º 8.080, de 1990, que regula, em todo o território nacional, as ações e serviços de saúde, aponta o meio ambiente, o saneamento básico e o acesso aos bens e serviços essenciais como um dos fatores determinantes e condicionantes da saúde. Essa norma inclui em seus princípios a integração em nível executivo das ações de saúde, meio ambiente e saneamento básico, além de trazer, como atribuições comuns entre entes federativos, a participação na formulação da política e da execução das ações de saneamento básico e colaboração na proteção e recuperação do meio ambiente, bem como a proposição e a celebração de convênios, acordos e protocolos nesses segmentos (BRASIL, 1990).

2.2 SANEAMENTO E SAÚDE

A abordagem da relação saúde e ambiente está fortemente relacionada à discussão saúde e saneamento. Pode-se afirmar que preocupações sobre a relação saúde-saneamento estiveram, na verdade, na raiz da atual visão saúde-ambiente, pois as questões relacionadas ao saneamento foram aquelas que historicamente caracterizaram os determinantes ambientais da saúde, sobretudo antes da Revolução Industrial. Assim, o saneamento constitui o referencial histórico da preocupação com melhoria do ambiente visando à prevenção de problemas com a

saúde humana. Desse modo, a definição clássica de saneamento está baseada na formulação da Organização Mundial de Saúde (OMS), para qual o saneamento “constitui o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social” (HELLER, 1998).

A Lei n.º 11.445 de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Dentre os princípios fundamentais para prestação dos serviços públicos de saneamento básico, destacam-se a universalização do acesso, a integralidade e a realização dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente, bem como a articulação entre diversas políticas, como de desenvolvimento urbano e regional, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante. Além disso, essa lei institui a utilização de indicadores epidemiológicos nas suas diretrizes e no planejamento desses serviços (BRASIL, 2007).

De modo mais abrangente, o saneamento ambiental constitui um instrumento de promoção da saúde, proporcionando a redução do sofrimento humano e perdas de vidas por doenças que podem ser evitadas, especialmente na população infantil (BRASIL, 2015c). No manual de saneamento da Fundação Nacional de Saúde, encontra-se o saneamento ambiental definido como:

> (...) o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar níveis de salubridade ambiental, por meio do abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária do uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (BRASIL, 2006b, p. 14).

Para Mendonça e Motta (2007), os serviços de saneamento básico são essenciais à vida e possuem impactos sobre a saúde da população e o ambiente, sendo amplamente reconhecida a importância dos serviços de água tratada e de esgotamento sanitário na saúde das pessoas e no seu bem-estar. Barreto et al. (2007), por sua vez, contrapõem a asserção de que "parece haver pouca perspectiva de reduzir ainda mais as taxas de morbidade por diarreia investindo mais no saneamento" e enfatizam que o saneamento urbano é uma mediada de saúde altamente efetiva e não pode mais ser ignorado.

Nesse sentido, o aumento do percentual da população com abastecimento de água, por exemplo, pode contribuir para diminuição mortalidade proporcional por doenças infecciosas e parasitárias para todas as idades (TEIXEIRA; GUILHERMINO, 2006). Libânio et al. (2005), por sua vez, reconhecem a indisponibilidade de água em quantidade suficiente

para atendimento das demandas estabelecidas ou potenciais como um fator crítico para o desenvolvimento de algumas regiões do país. No entanto, para esses autores, a existência ou não de ações de saneamento ambiental, a forma e adequação de sua prática à realidade social e econômica, acabam por dizer muito mais a respeito do desenvolvimento humano que a própria potencialidade do meio natural medida em termos quantitativos de recursos hídricos.

2.3 ÁGUA COMO VEÍCULO DE TRANSMISSÃO DE DOENÇAS

A água pode veicular um elevado número de enfermidades, sendo que os maiores riscos microbianos estão associados com a ingestão de água contaminada com fezes de humanos ou animais, pois esses excrementos podem ser fonte de bactérias patogênicas, vírus, protozoários e helmintos (WHO, 2011). A transmissão para o ser humano pode se dar por diferentes mecanismos, destacando-se a via feco-oral, relacionada à ingestão de águas e alimentos contaminados por fezes, o que propicia a ocorrência de doenças como febre tifoide, leptospirose, amebíase, hepatite infecciosa, diarreias e disenterias. Há também doenças associadas a práticas deficientes de higiene, como tracoma, infecções na pele e escabiose, as quais podem estar relacionadas ao abastecimento insuficiente de água. Além disso, há vetores cujo ciclo de vida está relacionado à água, que transmitem doenças como a malária, dengue e febre amarela. (BRASIL, 2006c).

Dias et al. (2008) destacam que a associação entre o consumo de água contaminada e a transmissão de enteroparasitas é, há muito tempo, bem esclarecida, de sorte que o não tratamento ou o tratamento inadequado dos resíduos sólidos e das águas residuárias provocam a contaminação, por diferentes tipos de organismos, de mananciais de água usados para consumo humano. Para Queiroz et al. (2009), a quantidade e a qualidade da água são fatores importantes para o estabelecimento dos benefícios à saúde relacionados à redução da incidência e prevalência de diversas doenças, destacando-se a doença diarreica.

A qualidade da água tem uma grade influência sobre a saúde, podendo ocasionar surtos de doenças e causar sérias epidemias se não for adequada. Assim, água segura, higiene e saneamento adequados podem reduzir de um quarto a um terço dos casos de doenças diarreicas. Estima-se que estão relacionadas a água 80% de todas as doenças e pelo menos um terço das mortes nos países em desenvolvimento (OPAS/OMS, 2001). Sobretudo nesses países, as condições gerais de saneamento, geralmente deficientes, têm reflexos nítidos nos dados disponíveis sobre mortalidade por doenças de veiculação hídrica. Não é novidade o reconhecimento global do papel decisivo da água no desencadeamento direto e indireto de

uma grande quantidade de doenças, e no condicionamento da mortalidade geral e em especial a infantil (SA et al., 2005; COSTA et al., 2012).

Ao investigar a associação entre fatores epidemiológicos e condição de saneamento básico em países da América Latina, Teixeira et al. (2012a), identificaram que a cobertura por sistemas de abastecimento de água apresentou correlação inversamente proporcional à mortalidade de menores de 5 anos de idade.

No Brasil, Leivas et al. (2015), verificaram empiricamente o impacto do saneamento sobre a saúde infantil e constaram que a melhoria nas condições de saneamento pode tanto diminuir a degradação ambiental como melhorar a saúde da população, sobretudo a das crianças. Nesse sentido, Uhr et al. (2016) avaliaram como os serviços de saneamento básico no Brasil afetam a saúde da população, no período de 2000 a 2011. Nesse trabalho, os valores médios de internações decorrentes de doenças relacionadas à ingestão de água contaminada, por Estado, representaram de 94,0% a 99,9% do total de internações por doenças de veiculação hídrica, dependendo da região analisada, com destaque para as Regiões Norte e Nordeste do país.

Estudos realizados em diferentes municípios do Brasil sugerem que, entre outros aspectos, a oferta precária do serviço de distribuição de água estimula a adoção de práticas de armazenamento, que pode favorecer o surgimento de ambientes propícios à reprodução do vetor da dengue (OLIVEIRA; VALLA, 2001; SILVA et al., 2003; SAN PEDRO et al., 2009). Esse cenário levou a publicação da Diretriz SNCC nº 3/2016, da Sala Nacional de Coordenação e Controle para o Enfrentamento à Dengue, ao Vírus Chikungunya e ao Vírus Zika, documento cuja finalidade é a promoção de ações permanentes e emergenciais de saneamento básico que contribuam para a eliminação de criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, garantindo, entre outras medidas, o fornecimento ininterrupto e o armazenamento doméstico adequado de água. (BRASIL, 2016a).

Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), no Brasil, entre 1999 e 2009, as Regiões Nordeste e Norte apresentaram percentuais acima da média nacional de pessoas com renda domiciliar per capita inferior à linha de pobreza, o que é um fator de iniquidade e possivelmente condiciona o acesso aos serviços ou mesmo a estruturação do saneamento nessas localidades. Em 2013, essas regiões apresentaram as maiores taxas de internação para um conjunto de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Para esse tipo de internação, o Estado do Tocantins apresentou menores taxas que a Região Norte, porém maiores que a nacional (BRASIL, 2015a).

2.4 DOENÇAS E QUALIDADE DA ÁGUA

Queiroz et al. (2009) encontraram associações com significância estatística entre a ocorrência de diarreia e os parâmetros de qualidade de água turbidez, coliformes totais e termotolerantes, em Vitória-ES, enfatizando a necessidade de maior cuidado na rede de distribuição em sistemas de abastecimento de água para consumo humano. Nesse estudo epidemiológico, destacou-se a necessidade de intervenções tanto pelo serviço de abastecimento de água como pelo Poder Público no atendimento aos padrões de potabilidade da legislação vigente.

Além das doenças de veiculação hídrica resultantes do desenvolvimento de vetores ou gastroenterites causadas por vírus, protozoários e bactérias, um conjunto de substâncias orgânicas dissolvidas na água, como pesticidas e herbicidas, cosméticos, remédios e hormônios, pode ter efeitos diretos e indiretos na saúde humana, ainda não totalmente identificados (TUNDISI et al., 2015 apud TUNDISI; TUNDISI, 2015). Nesse sentido, a água segura é definida pela Organização Mundial da Saúde como aquela que não representa risco significativo à saúde se consumida ao longo da vida, incluindo as diversas susceptibilidades dos indivíduos, que podem ocorrer e variar em diferentes fases da vida. Nesse caso, as crianças, os idosos e as pessoas imunocomprometidas são os grupos mais vulneráveis a doenças transmitidas pela água, especialmente quando se vive em condições insalubres (WHO, 2011).

No âmbito internacional e nacional, são adotados parâmetros de qualidade da água para consumo humano, entre eles os relacionados a substâncias químicas que representam risco à saúde, sendo subdivididas em inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção (WHO, 2011; BRASIL, 2016b). Somam-se a esses, os parâmetros de radioatividade, cianotoxinas, organolépticos, turbidez e microbiológicos (BRASIL, 2012b). No Brasil, atualmente, é considerada água para consumo humano aquela que é potável e destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Para ser considerada potável, a água deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011, e não oferecer riscos à saúde. (BRASIL, 2012b).

A análise da água constitui uma atividade imprescindível às ações de vigilância e de controle da qualidade da água para consumo humano, e a cada uma delas corresponderá um desenho específico de monitoramento, ou seja, pontos de amostragem, número de amostras a serem coletadas, frequência de amostragem e parâmetros a analisar (BRASIL, 2006c). Os

responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano devem elaborar e submeter para análise da autoridade municipal de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema e solução, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos na norma vigente de potabilidade da água, a Portaria MS n° 2.914/2011 (BRASIL, 2012b).

Vale destacar que a elaboração do plano de amostragem para o controle da qualidade da água deve considerar aspectos como a forma de abastecimento, o tipo de manancial (superficial ou subterrâneo) e a população abastecida (BRASIL, 2012b). Assim, por exemplo, o responsável por um sistema de abastecimento com captação de água em um rio (superficial) deve realizar, no mínimo, a coleta de uma amostras de água na saída do tratamento desse sistema, a cada duas horas, para análise dos parâmetros cor, turbidez, cloro residual livre, pH e fluoreto; duas amostras semanais para análises microbiológicas; uma amostra, trimestralmente, para gosto e odor; e uma amostra, semestralmente, para os demais parâmetros, como as substâncias químicas que representam risco à saúde. Além disso, são previstas análises de outros parâmetros, bem como a coleta e análise de amostras de água na rede de distribuição dos sistemas, de acordo com as situações específicas e os critérios determinados na portaria de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2012b).

Por outro lado, a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (BRASIL, 2016c) orienta a elaboração e implementação dos planos de amostragem da vigilância. Essa diretriz fornece subsídios técnicos para a seleção dos pontos de coleta, definição da frequência de amostragem, dos parâmetros a serem analisados e do quantitativo mínimo de amostras, sendo estes definidos em função das faixas populacionais, sendo preconizado um quantitativo único mensal a ser distribuído para o monitoramento da qualidade da água referente às diversas formas de abastecimento de água. Devido a sua importância como indicadores básicos da qualidade microbiológica da água para consumo humano, os parâmetros previstos nesse documento são: turbidez, cloro residual livre (ou outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro), coliformes totais/*Escherichia coli*, além do fluoreto, pelo significado do flúor na saúde em função de sua deficiência ou excesso.

De forma geral, a identificação de microrganismos patogênicos na água é morosa, complexa e onerosa. Recorre-se, por isso, à identificação dos organismos indicadores de contaminação, dado que sua detecção pode indicar a introdução de matéria de origem fecal (humana ou animal) na água, advertindo sobre o risco potencial da presença de organismos patogênicos. Atualmente, a *E. coli* apresenta-se como o indicador mais preciso de

contaminação fecal. A presença desse micro-organismo na água possui grande importância sanitária, ainda que seja em mananciais bem protegidos, pois indica possível contaminação de origem animal silvestre, os quais podem ser reservatórios de agentes patogênicos ao ser humano (BRASIL, 2006d).

Por outro lado, *E. coli* e coliformes termotolerantes são um subconjunto do grupo coliformes totais. A detecção deste grupo de bactérias na água de consumo humano tratada, embora não demonstre com certeza a ocorrência de recontaminação de origem fecal, serve como indicador sanitário de integridade do sistema de distribuição, já que águas tratadas de maneira inadequada (sem garantia de atuação eficiente do agente desinfetante) ou infiltrações, podem permitir o acúmulo de sedimentos e matéria orgânica, promovendo o desenvolvimento de bactérias, incluindo aquelas do grupo coliforme (BASTOS, 2000; WHO, 2011).

Outro indicar de qualidade da água é a turbidez. Materiais em suspensão alteram a passagem da luz através de um meio líquido, de modo que o grau dessa interferência pode ser mensurado em unidade de turbidez. Sabe-se que partículas em suspensão podem abrigar micro-organismos patogênicos, como cistos e oocistos de protozoários, protegendo-os da ação dos desinfetantes, o que confere grande importância sanitária desse indicador na água filtrada. (BRASIL, 2006e). Assim, a turbidez, em conjunto com parâmetros microbiológicos, integra um conjunto de indicadores amplamente utilizados em pesquisas relacionadas à qualidade da água para consumo humano (AMARAL et al., 2003; SA et al., 2005; SCORSAFAVA et al., 2010; YAMAGUCHI et al., 2013).

2.5 VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A vigilância da qualidade da água para consumo humano (VQACH) constitui o conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a norma vigente de potabilidade, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana. Por sua vez, o controle da qualidade da água para consumo humano é o conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável por sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição (BRASIL, 2012b). Dessa forma, há uma importante distinção entre essas definições: as ações de vigilância são atribuições do setor saúde, enquanto as ações de controle são de competência do(s) responsável(is) pela

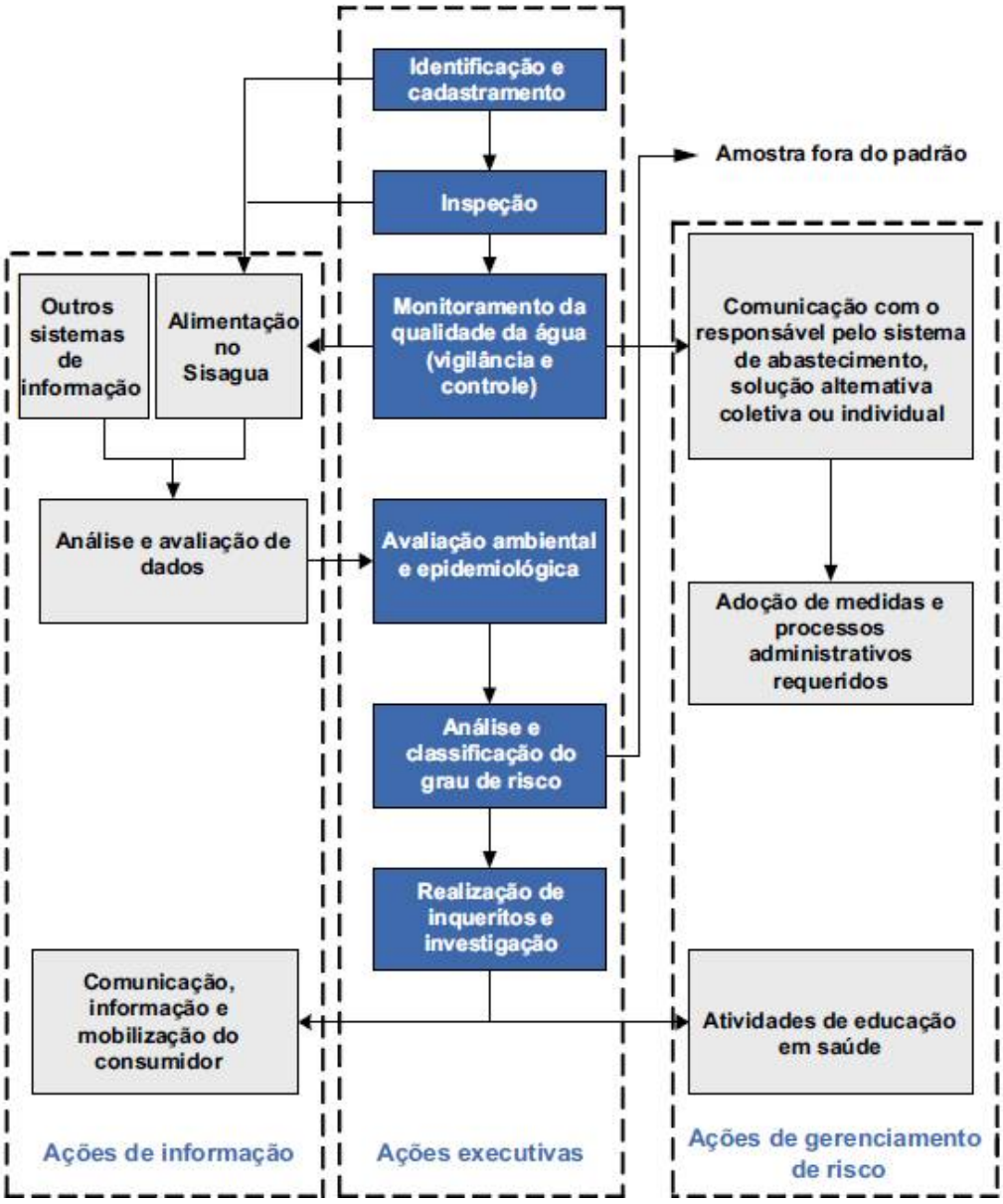
operação de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água (BRASIL, 2006c).

No contexto do setor saúde, o termo vigilância pressupõe a avaliação corriqueira e continuada de diversos aspectos que levem à identificação de riscos potenciais à saúde humana, assumindo caráter rotineiro e preventivo (CARMO et al., 2008). As concepções de vigilância em saúde chamam atenção para a perspectiva das relações entre os modos de vida dos distintos grupos populacionais e as diversas expressões do processo saúde-doença, estimulando a integração entre vigilância epidemiológica, vigilância sanitária e ambiental (TEIXEIRA et al., 1998). Em termos de saúde pública, é necessário que sejam implementadas atividades visando identificar em que medida a poluição da água destinada ao consumo humano tem causado agravos à saúde e a que fatores específicos estão associados (BERGAMASCO et al., 2011).

Antes da promulgação da Constituição Federal de 1988, o Ministério da Saúde havia institucionalizado, em 1986, o "Programa Nacional de Vigilância de Qualidade de Água para Consumo Humano", aprovado pelo Decreto Federal n.º 92.752/1986. De forma geral, os Estados da federação apenas agiam na questão da qualidade da água em casos de surto por doenças de transmissão hídrica (BRASIL, 2005). Após o decreto presidencial nº 79.367 de 1977, o Ministério da Saúde passou a elaborar normas e estabelecer o padrão de potabilidade de água para consumo humano por meio de Portarias. Seguida de revisões, várias Portarias relacionadas ao tema foram publicadas, sendo que, atualmente, vige a Portaria MS n.º 2.914 de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. (BRASIL, 1977; BRASIL, 1986; BRASIL, 1988; BRASIL, 2012b).

Segundo Queiroz et al. (2012), as ações básicas para a efetiva implantação do Programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano (VIGIAGUA) no País, são preconizadas pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2006d), dentre as quais estão a identificação, o cadastramento e a inspeção das diferentes formas de abastecimento, além do monitoramento da qualidade da água, com análise e classificação do grau de risco à saúde em função da forma de abastecimento. As principais ações do VIGIAGUA são demonstradas na figura 1.

Figura 1. Ações básicas para operacionalização da vigilância da qualidade da água para consumo humano.



Fonte: (BRASIL, 2005).

O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) é o principal instrumento utilizado pelo VIGIAGUA para o gerenciamento de riscos à saúde. Esse sistema tem a função de armazenar os dados inseridos rotineiramente pelos profissionais do setor saúde (Vigilância) e responsáveis pelos sistemas ou por soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano (Controle), possibilitando gerar relatórios sobre as formas de abastecimento utilizadas pela população e sobre a respectiva qualidade da água distribuída. Isso favorece a um sistema capaz de produção de indicadores sobre fatores determinantes e condicionantes à saúde pública, relacionados ao abastecimento de água para consumo humano no País (BRASIL, 2015a).

Nesse sentido, Queiroz et al. (2012) situam a disponibilização de informações de qualidade para o planejamento e a tomada de decisões como um princípio elementar para a efetividade do VIGIAGUA, sendo objetivo do programa que as informações lançadas no SISAGUA auxiliem na avaliação sobre os procedimentos adotados, no planejamento e na implementação de ações preventivas e corretivas, e, ainda, viabilizem a disseminação das informações de forma a socializá-las junto aos órgãos públicos e à sociedade civil.

2.6 ACESSO À ÁGUA E VULNERABILDIADE SOCIOAMBIENTAL

O direito de todas as pessoas ao acesso adequado à água está relacionado às condições de sua obtenção, à sua qualidade e quantidade, no percurso dos mananciais aos domicílios. Necessária observação se faz das bacias hidrográficas às condições de habitabilidade, que requer preservação e recuperação dos recursos hídricos e reconhecimento das condições em que se acessa a água nos domicílios (COSTA et al., 2012).

O acesso adequado à água, em quantidade e qualidade, é essencial para o desenvolvimento socioeconômico local, com reflexos diretos sobre as condições de saúde e de bem-estar da população. Condições adequadas de abastecimento resultam em melhoria das condições de vida e em benefícios como controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos, conforto e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008).

Ainda segundo esses autores, a irregularidade no acesso à água potável é uma questão preocupante, principalmente nos países em desenvolvimento, que passam por processos de rápida expansão urbana, adensamento populacional e ocupação de áreas periurbanas e rurais, com significativas deficiências no suprimento de água. Em regiões

carentes e excluídas da rede básica de serviços públicos, a falta de acesso a fontes de água segura é um fator agravante das condições precárias de vida, dado que a utilização de fontes alternativas pode levar ao consumo de água com qualidade duvidosa e em volume insuficiente para satisfação das necessidades básicas diárias (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008).

Nesse sentido, Cartier et al. (2009) definem como vulnerabilidade socioambiental a situação de coexistência entre grupos populacionais pobres, discriminados e com alta privação (vulnerabilidade social), que habitam em áreas de risco ou de degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental). O Estudo realizado por esses autores no Rio de Janeiro – RJ evidenciou uma forte correlação entre vulnerabilidade social e risco ambiental (proximidade de um distrito industrial), utilizando, dentre outras variáveis, o percentual dos domicílios sem rede geral de abastecimento de água, renda média mensal e nível de escolaridade de moradores. De modo geral, sabe-se que, quanto menor a renda per capita e o número médio de anos de estudo, mais vulnerável está a população à exclusão sanitária (TEIXEIRA et al., 2012a).

Lyra et al. (2015), ao analisarem a percepção de atores locais sobre problemas socioambientais, detectaram conflitos relacionados ao saneamento ambiental em Goiana- PE, com destaque para o acesso desigual à água potável para consumo humano e para setores produtivos, apesar dos relatos de abundância desse recurso no município, situação agravada pela irregularidade na distribuição de água, o que favorece a busca de soluções alternativas, como poços e nascentes, sem nenhum tipo tratamento.

No Brasil, o acesso à água por rede geral de abastecimento é bastante difundido, já que mais de 90% dos municípios têm todos os distritos atendidos por este serviço; permanecem, porém, as desigualdades regionais na distribuição de água em todo país e entre as áreas urbanas e rurais (IBGE, 2011). Quanto ao tratamento da água distribuída, observa-se uma situação bem mais precária. Pouco mais de 70% dos municípios têm todos os distritos com tratamento da água distribuída. Em regra, pode-se afirmar que embora o abastecimento de água por rede geral encontre-se propagado pelo território nacional, a garantia da qualidade desta água ainda é deficiente, prevalecendo, também, contrastes regionais. (IBGE, 2011).

2.7 ABASTECIMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA

A Portaria do Ministério da Saúde n.º 2.914 de 2011 (BRASIL, 2012b), reconhece duas forma de distribuição coletiva de água para consumo humano, sendo uma delas o sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA), instalação composta por um

conjunto de obras civis, 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; e a outra, a solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC), considerada como modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com ou sem canalização e sem rede de distribuição. Por sua vez, a solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI) constitui-se como forma de abastecimento de água que atende a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

Essa portaria (BRASIL, 2012b), estabelece que todas as formas de abastecimento de água para consumo humano estão sujeitas à vigilância da qualidade da água (realizada pelo setor saúde), ao passo que toda água distribuída coletivamente por meio de SAA ou SAC, deve ser objeto de vigilância e controle da qualidade da água, cabendo este aos responsáveis pelo fornecimento da água, de forma a verificar e assegurar sua condição de potabilidade. Para isso, os SAA e SAC deverão contar responsável técnico habilitado e toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar, no mínimo, por processo de desinfecção ou cloração (tratamento).

Os mananciais das águas urbanas são as fontes de água para abastecimento humano, animal e industrial, que podem ser superficiais e subterrâneas. O abastecimento de água requer a utilização desse recurso disponível no manancial, que é transportada até a estação de tratamento de água para depois ser distribuída à população, por uma rede. Esse sistema envolve elevados investimentos, geralmente públicos, para garantir água em quantidade e qualidade adequada. Vale destacar que a contaminação dos mananciais por efluentes urbanos, como o esgoto e os resíduos sólidos, são fatores que contribuem para deterioração da qualidade da água (TUCCI, 2005). Além disso, a qualidade e a continuidade do fornecimento público de água são aspectos importantes a serem considerados, especialmente na definição dos critérios de universalização desse serviço. Tais condições, quando não satisfatórias, também propiciam riscos sanitários, por vezes até maiores do que quando os usuários são conectados a sistemas inadequados (GALVÃO JÚNIOR, 2009).

Em 2010, pelo menos 23% dos sistemas de abastecimento de água (SAA) do país, cadastrados no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), forneciam água sem qualquer tipo de tratamento à população, por meio de rede geral de abastecimento. Neste seguimento, o maior percentual foi o da Região Norte, com 60% dos SAA sem tratamento. A mesma pesquisa demostrou que as Regiões Norte e Nordeste possuem piores indicadores de qualidade de água do País, especialmente no que ser

refere aos parâmetros coliformes totais e turbidez na saída do tratamento dos SAA, o que indica deficiência no tratamento da água. Nessa comparação, o Estado do Tocantins, apresentou os melhores resultados para turbidez entre os Estados da Região Norte (BRASIL, 2015a).

Não se pode negar a importância das soluções alternativas individuais no abastecimento de água das áreas periféricas, tendo em vista a existência de diversos fatores que podem condicionar a escolha alternativa apropriada, destacando-se aspectos econômico-financeiros, de recursos humanos e demográficos, ou mesmo enquanto se aguardam soluções definitivas. Ainda assim, o fornecimento coletivo de água para consumo humano é o mais indicado do ponto de vista sanitário, por ser, em regra, uma forma definitiva, mais econômica e eficiente no controle dos mananciais e da qualidade da água distribuída à população (BRASIL, 2015c), de maneira que diversos estudos apontam riscos à saúde decorrentes do consumo de água de fontes alternativas individuais de abastecimento, sejam em área urbana ou rural (AMARAL et al., 2003; NOGUEIRA et al., 2003; BARCELLOS et al., 2006).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar associação entre consumo de água fora dos padrões de potabilidade e ocorrência doenças de veiculação hídrica na população do Estado do Tocantins.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o abastecimento e a qualidade da água para consumo humano nos municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015;
- Identificar associações entre o consumo de água não potável e a incidência de doenças de veiculação hídrica nos municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015.

4 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo ecológico de base territorial cujas unidades de análise foram os municípios do Estado do Tocantins. Esse tipo de estudo é uma pesquisa epidemiológica que aborda áreas geográficas ou agregados populacionais bem delimitados, analisando variáveis globais, geralmente por correlação entre indicadores de condição de vida e indicadores de situação de saúde. O baixo custo e a relativa simplicidade analítica, decorrentes da utilização de base de dados secundários, representa uma das suas vantagens. Por outro lado, a suposição de que coeficientes de um determinado agregado se referem a sua população total, quando na verdade refletem uma média da variação por subgrupos não homogêneos, constitui uma das limitações desse método, chamada de “falácia ecológica” (ALMEIDA FILHO; BARRETO, 2013).

4.2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado nos 139 municípios do estado do Tocantins, para o qual a estimativa populacional, em 2015, foi de 1.515.126 habitantes. Essa unidade da federação possui um município com mais de 200 mil habitantes, um município com mais de 100 mil habitantes, dois municípios com mais de 50 mil habitantes e 111 municípios (79,8%) com menos 10 mil habitantes (IBGE, 2015). Em 2010, 78,8% dos habitantes do Tocantins residiam na zona urbana, à densidade demográfica registrada foi de 4,98 hab./km², em uma área de 277.720,567 km^2, e o Índice de Desenvolvimento Humano era de 0,699, variando de 0,500 a 0,788 entres seus municípios, com renda per capita de 586,62 reais (BRASIL, 2013).

O Estado do Tocantins, localizado na Região Norte do Brasil, tem a maior parte de suas terras pertencentes à Amazônia Legal (HAIDAR et al., 2013). Abrange um amplo gradiente climático envolvendo variações de temperatura, precipitação e déficit hídrico, com temperatura média de 25ºC a 29ºC e precipitação média de 1.200 mm a 2.100 mm, de acordo com a região do estado. O bioma Cerrado reveste aproximadamente 87,8% da sua superfície, cobrindo principalmente as sub-bacias do Rio Tocantins e algumas sub-bacias do Rio Araguaia. As porções norte e noroeste do estado, sobretudo as sub-bacias do Rio Araguaia,

são cobertas por Florestas Ombrófilas, que englobam cerca de 9,7% do território tocantinense (CAMPOLINA et. al., 2012).

4.3 DADOS

O presente estudo foi elaborado utilizando-se dados secundários, agregados por município do Estado do Tocantins, referentes ao ano de 2015. Os dados demográficos, necessários à construção dos indicadores de morbimortalidade, foram obtidos pela consulta da estimativa populacional para os municípios do Tocantins, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015). Os indicadores de morbimortalidade utilizados tiveram como base as informações sobre estatísticas vitais e morbidades disponibilizadas, via *internet*, pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS / TABNET), bem como informações provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN NET) e do Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA), de acesso restrito, que foram fornecidas pela Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins.

Os dados relativos aos indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados ao abastecimento e qualidade da água, foram obtidos por meio de consultas, via *internet*, ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano (SISAGUA), tal como ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), de onde foram extraídas as informações sobre esgotamento sanitário. A Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins liberou o acesso ao SISAGUA para coleta dos dados empregados nesta pesquisa.

4.4 INDICADORES

4.4.1 Abastecimento e qualidade da água

Foram utilizados indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento e na qualidade da água, considerando a estimativa populacional para os municípios do Estado do Tocantins, no ano do estudo, segundo os relatórios do SISAGUA. Assim, foram adotados os seguintes indicadores de vulnerabilidade no abastecimento de água:

- Percentual da polução abastecida com água sem tratamento;
- Percentual da população atendida por formas alternativas de abastecimento de água para consumo humano.

Para compor os indicadores de inconsistências na qualidade da água, foram escolhidos alguns dos parâmetros básicos previstos na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano (BRASIL, 2016c), sendo eles a turbidez, coliformes totais e *E. coli*, resultando nos indicadores abaixo relacionados:

- Percentual de amostras fora do padrão de potabilidade, por parâmetro selecionado, segundo a forma de abastecimento de água;
- Percentual de meses no ano sem registro de coleta de amostras de água, realizada pela vigilância da qualidade da água para consumo humano, por parâmetro selecionado e forma de abastecimento.

Em complemento aos indicadores supracitadas, no intuito de verificar possíveis associações entre atendimento por esgotamento sanitário com as morbimortalidades por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA), foi adotado o seguinte indicador:

- Percentual de atendimento urbano por rede esgoto, calculado pela divisão entre a população urbana atendida com esgotamento sanitário (numerador) por 100 habitantes da população urbana residente nos municípios com abastecimento de água-denominador.

A tabela 1 mostra os cálculos e as fontes de dados desses indicadores.

Tabela 1. Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento e na qualidade de água para consumo humano, e ao esgotamento sanitário.

Indicador	Cálculo		Fonte de dados
% da população abastecida com água sem tratamento	$\frac{\text{Pop. abastecida com água sem tratamento}}{\text{Pop. residente no município}}$	X 100	SISAGUA [1]
% da população atendida por formas alternativas de abastecimento de água para consumo humano	$\frac{\text{Pop. abastecida por formas alternativas}}{\text{Pop. residente no município}}$	X 100	SISAGUA [1]
% de amostras de água fora do padrão de potabilidade	$\frac{\text{N.º de amostras fora do padrão de potabilidade}^{2}}{\text{N.º de amostras analisadas}}$	X 100	SISAGUA [1]
% de meses no ano sem registro de coleta de amostras de água (vigilância)	$\frac{\text{N.º de meses no ano sem registro de coleta}}{\text{12 meses}}$	X 100	SISAGUA [1]
% de atendimento urbano por rede de esgoto	$\frac{\text{Pop. urbana atendida por rede esgoto}}{\text{Pop. urbana atendida por rede água}}$	X 100	SNIS [3]

[1] SISAGUA: Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano. Disponível em http://sisagua.saude.gov.br/sisagua (acesso liberado pela Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins).

[2] Padrão de potabilidade segundo o parâmetro de qualidade de água (turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*) e forma de abastecimento (sistema de abastecimento de água, solução alternativa coletiva e solução alternativa individual.

[3] SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: www.snis.gov.br

4.4.2 Morbimortalidade

Foram selecionadas variáveis relacionadas a óbitos infantis e morbidades atribuídas a doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA). Para a construção dos indicadores de morbidade, considerou-se os grupos ou tipos de doenças de acordo com a Classificação Estatística Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados à Saúde, 10ª Revisão (CID-10): leptospirose icterohemorrágica, outras formas de leptospirose, leptospirose não especificada; febre tifoide e paratifoide, shigelose, amebíase, diarreia e gastrointerite de

origem infecciosa presumível, hepatites virais (tipo A e E) e outras doenças infecciosas intestinais. Os indicadores elegidos foram:

- Incidência de internações hospitalares por DVHA - Divisão entre número de internações hospitalares atribuídas aos grupos de doenças selecionados, segundo local de residência (numerador), por 10 mil habitantes da população residente (denominador); calculado com dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH - SUS);
- Óbitos em crianças menores de 5 anos de idade, segundo local de residência da mãe, baseado em dados disponíveis no Sistema de Informação Sobre Mortalidade (SIM);
- Morbidade por Doenças Diarreicas Agudas (DDA) em crianças menores de 5 anos de idade - Divisão entre o número de casos de DDA registrados em crianças nessa faixa etária (numerador), por 1000 nascidos vivos (denominador), segundo município de residência. Os dados do numerador foram extraídos do Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA, Versão 1.0.2) e os dados do denominador, foram obtidos no Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC);
- Morbidade por DVHA de notificação compulsória – Divisão entre o número de casos de DVHA notificadas, segundo local de residência (numerador), por 100 mil habitantes da população residente (denominador); utilizando-se dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN NET), de acordo com os grupos ou tipos de doenças selecionados, que integram a lista nacional de notificação compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública (BRASIL, 2016d).

A tabela 2 apresenta a síntese dos cálculos e fonte de dados utilizados na construção desses indicadores.

Tabela 2. Indicadores de morbimortalidade por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA).

Indicador	Cálculo		Fonte de dados
Coeficiente de internações hospitalares por DVHA	N.º de internações hospitalares por DVHA / População residente no município	X 10 mil	SIH - SUS [1] (Datasus /Tabnet)
Morbidade por DVHA de notificação	N.º de DVHA notificadas / População residente no município	X 10 mil	SINAN NET [2]
Morbidade por DDA[3] em menores de cinco anos	N.º de casos de DDA em < 5 anos / Nascidos vivos (5 anos)	X mil	SIVEP - DDA[4] SINASC [5] (Datasus / Tabnet)
Óbitos em crianças menores de cinco anos de idade	N.º de óbitos em < 5 anos por mun. de residência da mãe		SIM [6] (Datasus /Tabnet)

[1] SIH - SUS: Sistema de Informações Hospitalares do SUS. Disponível em http://www2.datasus.gov.br/DATASUS

[2] SINAN NET: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Dados fornecidos pela Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins)

[3] DDA: Doenças Diarreicas Agudas

[4] SIVEP-DDA: Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica - Doenças Diarreicas Agudas (Dados fornecidos pela Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins)

[5]SINASC: Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos. http://www2.datasus.gov.br/DATASUS

[6]SIM: Sistema de Informação Sobre Mortalidade. Disponível em http://www2.datasus.gov.br/DATASUS

4.4.3 Modelo final de indicadores

Foram construídos bancos de dados formados por 13 indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento e na qualidade da água para consumo humano, os quais foram agregados por município, forma de abastecimento e parâmetro de qualidade de água; além de 1 (um) indicador relativo ao esgotamento sanitário nos municípios. Na tabela 3, são apresentados os indicadores utilizados na parte descritiva desta pesquisa.

Tabela 3. Indicadores utilizados na análise descritiva do abastecimento e da qualidade de água para consumo humano nos municípios do Estado do Tocantins - 2015.

N°	Indicador
1	% da pop. abastecida com água sem tratamento
2	% da pop. atendida por formas alternativas de abastecimento de água para consumo humano
3	% de meses no ano sem registro de coleta de amostras de água pela vigilância da qualidade da água para consumo humano (parâmetros físico-químicos)[1]
4	% de meses no ano sem registro de coleta de amostras de água pela vigilância da qualidade da água para consumo humano (parâmetros microbiológicos) [2]
5	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAA[3] - turbidez
6	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAA - coliformes totais
7	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAA - *E. coli*
8	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAC[4] - turbidez
9	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAC - coliformes totais
10	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAC - *E. coli*
11	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAI[5] - turbidez
12	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAI - coliformes totais
13	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade em SAI - *E. coli*
14	% de atendimento urbano por rede de esgoto

[1] O parâmetro físico-químico de qualidade da água adotado foi a turbidez

[2] Os parâmetros microbiológicos de qualidade da água adotados foram coliformes totais e *E. coli*

[3] SAA: sistema de abastecimento de água para consumo humano

[4] SAC: solução alternativa coletiva de água para consumo humano

[5] SAI: solução alternativa individual de água para consumo humano

No cálculo desses indicadores, foram consideradas fora do padrão de potabilidade todas as amostras com presença de *Escherichia coli* e/ou de coliformes totais em 100 mL, tal como aquelas com valores de turbidez acima de 5,0 Unidades de Turbidez (uT), independente da forma de abastecimento de água e do ponto de coleta da amostra.

Para o estudo das associações entre o consumo de água não potável e a incidência de doenças de veiculação hídrica nos municípios, foram selecionados sete dentre os indicadores de vulnerabilidade sanitária apresentados (variáveis de exposição) e quatro indicadores relativos a morbimortalidade por DVHA (variáveis de desfecho), os quais foram agrupados por município em um banco de dados. Esses indicadores são mostrados na tabela 4.

Tabela 4. Indicadores utilizados na investigação das associações entre o consumo de água não potável e a incidência de doenças de veiculação hídrica nos municípios do Estado do Tocantins - 2015.

	Indicador	
N.º	**Exposição**	**Desfecho**
1	% da população abastecida com água sem tratamento	Coeficiente de internações hospitalares por DVHA /10 mil hab.
2	% da população atendida por formas alternativas de abastecimento de água para consumo humano	Morbidade por DVHA de notificação /10 mil hab.
3	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade - parâmetro turbidez	Morbidade por DDA em menores de cinco anos / mil nascidos vivos
4	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade - parâmetro coliformes totais	N° de óbitos em crianças menores de cinco anos de idade
5	% de amostras de água fora do padrão de potabilidade - parâmetro *E. coli*	-
6	% de meses no ano sem registro de coleta de amostras de água - parâmetros microbiológicos	-
7	% de atendimento urbano por rede de esgoto	-

De outro modo, um conjunto de variáveis foram selecionadas para realização de um estudo exploratório de associação entre a constatação de inconformidades na qualidade da água para consumo humano e o registo de morbidades por DVHA, no mesmo município período (Tabela 5). Essas variáveis foram armazenadas em bancos de dados, agrupadas por município, mês de coleta da amostra de água e de registro da DVHA, para permitir análises de correlação entre elas ao longo de três anos.

Tabela 5. Variáveis utilizadas no estudo da correlação entre inconformidades na qualidade de água para consumo humano e o registo de morbidades por doenças de veiculação hídrica (DVHA), em municípios do Estado do Tocantins.

	Variável	
N.º	**Inconsistências na qualidade de água para consumo humano[1]**	**Registro de morbidades por DVHA[2]**
1	Média geométrica da turbidez das amostras de água	N.º de casos de doenças diarreicas agudas
2	Nº de amostras fora do padrão de potabilidade para coliformes totais	N.º de internações por DVHA
3	Nº de amostras fora do padrão de potabilidade para *E. coli*	N.º de DVHA de notificação

[1] Variáveis agrupadas por município e mês de coleta da amostra em sistemas de abastecimento de água

[2] Variáveis agrupadas por município de residência e mês de registro do caso

4.4.4 Vantagens e limitações dos indicadores

Os Indicadores epidemiológicos são importantes para evidenciar os efeitos das ações ou insuficiência de saneamento na saúde humana, sendo, por isso, instrumentos essenciais para a vigilância em saúde ambiental (COSTA et al., 2005). No entanto, esses autores destacam a existência de fragilidades dos indicadores de morbimortalidade aplicáveis às pesquisas sobre associação entre saneamento e saúde. Em se tratando das doenças diarreicas, por exemplo, tal fato decorre, principalmente, da subnotificação no número de internações, de óbitos, e do número oficial de nascimentos; das dificuldades de diagnósticos dessas doenças, além das assimetrias na alimentação dos sistemas de informações em saúde entre as unidades da Federação, tais como SIH/SUS, SINASC, MDDA e SISAGUA (COSTA et al., 2005). Nessa perspectiva, Lima et al. (2009) enfatiza que a apropriação das informações disponíveis na ampla rede de Sistemas de Informação em Saúde, com grande parte disponível via *internet*, deve considerar seus pontos fortes e suas limitações.

4.5 PLANO DE ANÁLISE

Os indicadores foram calculados e armazenados em planilhas, utilizando-se o programa computacional Microsoft Excel®. Por meio desse programa, no intuito de obter uma visão geral dos indicadores, foram realizadas análises descritivas dos mesmos, com base nas

seguintes medidas estatísticas: média, mediana, quartil, variância, desvio padrão, número de dados e variabilidade (mínimo e máximo), além da construção de histogramas.

Na parte descritiva desta pesquisa, os parâmetros estatísticos utilizados foram a mediana, o intervalo interquartil e o número de dados dos indicadores, para caracterização do abastecimento e da qualidade da água nos municípios do Estado do Tocantins. Também foram construídos mapas de distribuição espacial dos indicadores de vulnerabilidade sanitária nos municípios, por meio do programa computacional QGIS, versão 2.18.7. Na parte analítica deste estudo, com a finalidade de identificar associações entre as variáveis de exposição (vulnerabilidade sanitária) e desfecho (morbimortalidade por DVHA), optou-se pela dicotomização dessas variáveis, em função da frequência de valores nulos observados nos histogramas para maior parte dos indicadores. Neste caso, foi aplicada a regressão logística binomial univariada, sua razão de prevalência (RP) e intervalo de confiança (IC 95%), utilizando o programa computacional SPSS, versão 20.

No estudo exploratório da associação entre as variáveis de inconsistências na qualidade de água para consumo humano e o registo de morbidades por DVHA (Tabela 5), foram considerados as informações dos anos 2014, 2015 e 2016, de forma a aumentar o número de dados para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson entre as referidas variáveis, que foi método analítico empregado nessa parte do estudo, com auxílio do programa computacional Microsoft Excel®. Esse programa também foi usado para construção das figuras, tabelas e gráficos apresentados como resultados desta pesquisa.

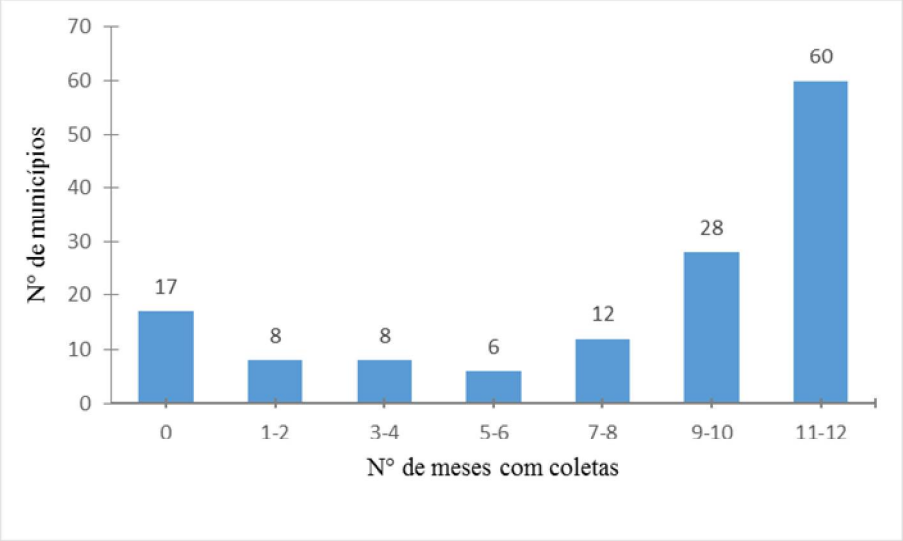
4.6 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade de Federal da Bahia - ISC/UFBA, de acordo com o Parecer Consubstanciado N° 2.088.257. Os dados obtidos foram utilizados exclusivamente para o desenvolvimento deste estudo e a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE foi solicitado, por se tratar de pesquisa com dados secundários, em observância à Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, que dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 2012c).

5 RESULTADOS

No ano de 2015, foram realizadas coletas de amostras de água em 122 (88%) dos 139 municípios do Estado do Tocantins, para análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade de água para consumo humano. A relação entre o número de meses e de municípios com amostras coletadas é apresentada na figura 2.

Figura 2. Número de municípios e meses com coletas de amostras de água



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

Nos 122 municípios onde as coletas foram realizadas, a mediana de meses com amostras coletadas foi 11 para aos parâmetros físico-químicos e de 10 meses para os microbiológicos, enquanto que, para ambos parâmetros, a mediana do número de amostras coletadas por mês foi de 10 amostras, com intervalo interquartil de 7-10 (Tabela 6).

Tabela 6. Descrição das coletas de amostras de água realizadas em 122 municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015.

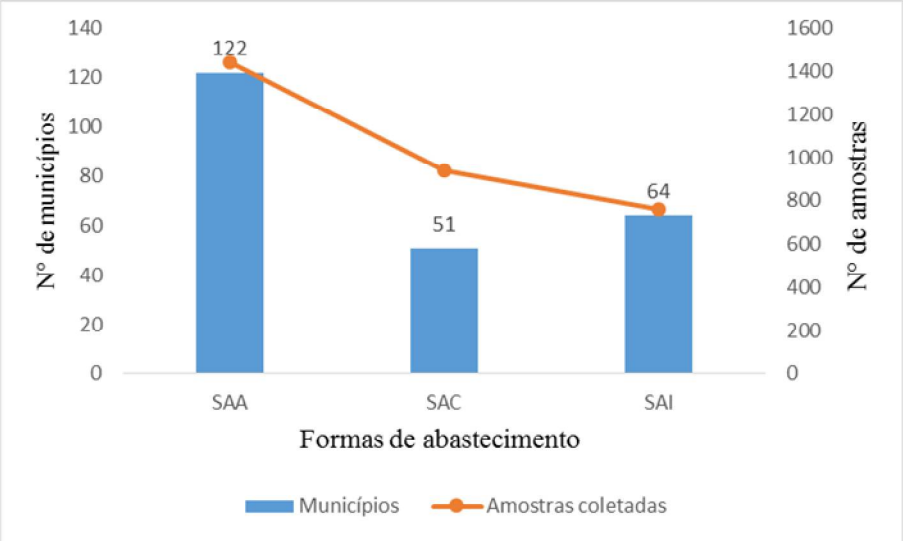
	Parâmetros de qualidade de água	
	Físico-químicos	**Microbiológicos**
Dados mensais das coletas	**Mediana (IIQ)[1]**	**Mediana (IIQ)[1]**
Meses com amostras coletadas	11 (8-12)	10 (8-12)
Amostras coletadas por mês	10 (7-10)	10 (7-10)

[1] IIQ: Intervalo interquartil

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

A figura 3 mostra a relação numérica entre municípios, forma de abastecimento e coletas de amostras de água. Nos municípios onde ocorram coletas no ano de estudo (N=122), alguma amostra foi coletada em sistemas de abastecimento de água (SAA), ao passo que as coletas de amostras nas soluções alternativas coletivas (SAC) e individuais (SAI) foram realizadas em 51 e 64 municípios, respectivamente.

Figura 3. Número de municípios e de amostras de água coletadas segundo a forma de abastecimento de água para consumo humano.



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

O quantitativo total de amostras coletadas no ano de 2015 foi de 13147 para análise dos parâmetros físico-químicos e 13140, para os microbiológicos. Nesse ano, a mediana de amostras coletadas por município foi de 105 amostras para ambos parâmetros (Tabela 7). Entre as formas de abastecimento de água para consumo humano, o maior número de coletas foi realizado nos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), representando, aproximadamente, 87% das amostras coletadas no ano. As amostras coletadas nas Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e Soluções Alternativas Individuais (SAI), representaram cerca de 6% do total em cada uma dessas soluções de abastecimento. A mediana de amostras coletadas no ano por município foi de 89 amostras nos SAA e de 0 amostras nas SAC e SAI. (Tabela 7).

Tabela 7. Amostras de água coletadas em 122 municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015, segundo a forma de abastecimento e o parâmetro de qualidade da água para consumo humano.

	Parâmetros			
	Físico-químicos		Microbiológicos	
Forma de Abastecimento	**No. (%)[1]**	**Mediana (IIQ)[2]**	**No. (%)[1]**	**Mediana (IIQ)[2]**
Sistema de Abastecimento de Água	11445 (87)	89 (59-115)	11441 (87)	89 (60-115)
Solução Alternativa Coletiva	941 (7)	0 (0-7)	940 (7)	0 (0-7)
Solução alternativa individual	761 (6)	0 (0-9)	759 (6)	0 (0-9)
Todas as formas de abastecimento	13147 (100)	105 (72-120)	13140 (100)	105 (78-119)

[1] Número total de amostras coletadas e seu percentual

[2] Mediana e intervalo interquartil das amostras coletadas por município.

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

Considerando o total de mostras coletadas, as soluções alternativas apresentaram proporções mais elevadas de amostras fora do padrão de potabilidade que os SAAs, em praticamente todas as variáveis analisadas, sendo que apenas para o parâmetro turbidez foram encontrados percentuais semelhantes de inconformidades entre SAAs e SACs (6%), observando-se um percentual de 17% de inconformidades nas SAIs. Essa forma de abastecimento também apresentou as maiores proporções de amostras fora do padrão para *E. coli* (56%), seguida pelas SACs (19%); já nos SAAs, essa proporção foi de 2% (Tabela 8). Em se tratando das inconformidades no padrão de potabilidade, com informações agregados por municípios, observou-se que a mediana e o intervalo interquartil desse indicador, para ao parâmetro *E. coli*, foi de 4 (1-9) % nos SAA, de 17 (11-49) % nas SAC e 50 (38-70) % nas SAI. Essas informações referem-se aos indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a inconformidades na qualidade da água e são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 8. Amostras de água fora do padrão de potabilidade[1], coletadas em 122 municípios do Estado do Tocantins, no ano de 2015.

Forma de Abastecimento	Amostras	Parâmetros de qualidade de água		
		Turbidez	**Coliformes Totais**	***Escherichia coli***
SAA[2]	No. (%)[5]	685 (6)	970 (8)	257 (2)
	Mediana (IIQ)[6]	6 (3-11)	8 (3-20)	4 (1-9)
SAC[3]	No. (%)[5]	53 (6)	493 (52)	175 (19)
	Mediana (IIQ)[6]	11 (5-25)	67 (50-88)	17 (11-49)
SAI[4]	No. (%)[5]	127 (17)	624 (82)	399 (56)
	Mediana (IIQ)[6]	23 (10-38)	85 (67-100)	50 (38-70)

[1] Amostras com resultados analíticos acima do valor máximo permitido pela norma de potabilidade da água para consumo humano, Portaria MS n° 2.914/2011

[2] SAA: sistema de abastecimento de água para consumo humano

[3] SAC: solução alternativa coletiva de água para consumo humano

[4] SAI: solução alternativa individual de água para consumo humano

[5] Número total de amostras fora do padrão de potabilidade e seu percentual

[6] Mediana e intervalo interquartil do percentual de amostras fora do padrão de potabilidade por município.

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

Entre os municípios onde foram realizadas coletas de amostra de água, a proporção da população exposta à água sem tratamento teve mediana de 0%, enquanto que a proporção da população abastecida por soluções alternativas apresentou mediana de 1%. A interrupção das coletas de amostras de água, medida pelo percentual de meses do ano sem registro dessa atividade, apresentou mediana de 8% para os parâmetros físico-químicos e de 17% para os parâmetros microbiológicos; porém, o intervalo interquartil desse indicador foi de 0-33% para os dois parâmetros. O percentual da população atendida por rede esgoto apresentou terceiro quartil de 0% (Tabela 9).

Tabela 9. Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a inseguranças no abastecimento e na qualidade da água para consumo humano, em municípios do estado do Tocantins – 2015.

Indicador	Mediana (IIQ)[1]
(%)	
População abastecida por água sem tratamento	0 (0-6)
População abastecida por soluções alternativas	1 (0-7)
Meses sem registro de coleta de amostra de água (físico-químicos)	8 (0-33)
Meses sem registro de coleta de amostra de água (microbiológicos)	17 (0-33)
População atendida por rede de esgoto[2]	0 (0-0)

[1] IIQ: Intervalo interquartil

[2] Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água.

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

Na tabela, 10 são exibidos os indicadores relacionados à morbimortalidade por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA), calculados para os 122 municípios onde foram realizadas coletas de amostras de água. Verificou-se que a variável número de óbitos em crianças menores de cinco anos de idade teve mediana 0 e terceiro quartil de 1 óbito entre os municípios pesquisados.

Tabela 10. Indicadores de morbimortalidade relacionados a doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA) em municípios do estado do Tocantins - 2015.

Indicador	Mediana (IIQ)[1]
Incidência de internações por DVHA	6 (2-13)
N° de óbitos em crianças menores de cinco anos de idade	0 (0-1)
Incidência de DDA[2] em crianças menores de cinco anos de idade	82 (40-127)
Incidência de DVHA de notificação	5 (2-10)

[1] IIQ: Intervalo interquartil

[2] DDA: Doenças Diarreicas Agudas

Fonte de dados: Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde, IBGE (2015) e Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins.

Os resultados dos cálculos dos indicadores deste estudo são apresentados nos apêndices A, B e C, e os mapas de distribuição espacial dos indicadores de vulnerabilidade sanitária nos municípios são mostrados nos apêndices D a J.

No tocante às associações entre vulnerabilidade sanitária e morbimortalidade relacionada às DVHA, é apresentada, nas tabelas 11 a 14, a estatística descritiva da relação entre as variáveis dicotomizadas de exposição e de desfecho. Também são mostrados os valores da Razão de Prevalência (RP) e do Intervalo de Confiança (IC 95%) referente a regressão logística binomial univariada, calculados para essas variáveis em 122 municípios do Estado do Tocantins.

Os dados da tabela 11 demostram que não houve associação significativa entre a proporção de municípios com presença ou ausência de indicadores de vulnerabilidade sanitária e a proporção de municípios com ou sem registro de casos de internações hospitalares por DVHA.

Tabela 11. Fatores relacionados à incidência de internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA).

Variáveis	**Internações por DVHA**		**RP (95% IC)**
	sim (n= 100)	**não (n=22)**	**Univariável[a]**
(%)	**No. (%)[b]**		
População abastecida por água sem tratamento	60 (60%)	15 (68%)	0.70 (0.26-1.87)
População abastecida por soluções alternativas	62 (62%)	15 (68%)	0.76 (0.28-2.04)
Amostras fora do padrão de potabilidade (turbidez)[c]	80 (80%)	16 (73%)	1.50 (0.52-4.32)
Amostras fora do padrão de potabilidade (C. totais)[c]	82 (82%)	17 (77%)	1.34 (0.44-4.11)
Amostras fora do padrão de potabilidade (*E. coli*)[c]	47 (47%)	9 (41%)	1.28 (0.50-3.27)
Meses sem coleta de amostras de água	71 (71%)	16 (73%)	0.92 (0.33-2.58)
População atendida por rede de esgoto	13 (13%)	0 (0%)	NA

[a] Razão de prevalência (RP) e intervalo de confiança (IC) da regressão logística binomial univariada

[b] Número e percentual das variáveis de exposição dicotomizadas

[c] Amostras coletadas em sistema de abastecimento de água

NA: Não se aplica

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins, Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde, IBGE (2015) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

Na tabela 12, o desfecho utilizado foi o registro de óbitos em crianças menores de cinco anos de idade. Observamos uma associação positiva significativa entre a existência de rede de esgoto e o registro de casos de óbitos em crianças nessa faixa etária. Esta variável não apresentou associação significativa com nenhuma outra exposição.

Tabela 12. Fatores relacionados a óbitos em crianças menores de cinco anos de idade.

Variáveis	**Óbitos em menores de 5 anos**		**RP (95% IC)**
	sim (n= 32)	**não (n=90)**	**Univariável[a]**
(%)	**No. (%)[b]**		
População abastecida por água sem tratamento	17 (53%)	58 (64%)	0.63 (0.28-1.42)
População abastecida por soluções alternativas	18 (56%)	59 (66%)	0.68 (0.30-1.54)
Amostras fora do padrão de potabilidade (turbidez)[c]	26 (81%)	70 (78%)	1.24 (0.45-3.42)
Amostras fora do padrão de potabilidade (C. totais)[c]	26 (81%)	73 (81%)	1.01 (0.36-2.83)
Amostras fora do padrão de potabilidade (*E. coli*)[c]	13 (41%)	43 (48%)	0.75 (0.33-1.69)
Meses sem coleta de amostras de água	19 (59%)	68 (76%)	0.47 (0.20-1.11)
População atendida por rede de esgoto	9 (28%)	4 (4%)	**8.41 (2.38- 29.79)**

[a] Razão de prevalência (RP) e intervalo de confiança (IC) da regressão logística binomial univariada

[b] Número e percentual das variáveis de exposição dicotomizadas

[c] Amostras coletadas em sistema de abastecimento de água

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins, Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde, IBGE (2015) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

No que se refere à incidência de doenças diarreicas agudas (DDA) em crianças menores de cinco anos de idade, não foram encontradas associações significativas entre essa variável e as exposições selecionadas neste estudo, como pode ser verificado na tabela 13.

Tabela 13. Fatores relacionados à incidência de doenças diarreicas agudas (DDA) em crianças menores cinco anos de idade.

Variáveis	DDA em crianças < 5 anos		RP (95% IC)
	sim (n= 117)	não (n=5)	Univariável[a]
(%)	No. (%)[b]		
População abastecida por água sem tratamento	72 (62%)	3 (60%)	1.07 (0.17-6.63)
População abastecida por soluções alternativas	74 (63%)	3 (60%)	1.15 (0.18-7.14)
Amostras fora do padrão de potabilidade (turbidez)[c]	92 (79%)	4 (80%)	0.92 (0.10-8.60)
Amostras fora do padrão de potabilidade (C. totais)[c]	94 (80%)	5 (100%)	NA
Amostras fora do padrão de potabilidade (*E. coli*)[c]	52 (44%)	4 (80%)	0.20 (0.02-1.84)
Meses sem coleta de amostras de água	83 (71%)	4 (80%)	0.61 (0.07-5.66)
População atendida por rede de esgoto	13 (11%)	0 (0%)	NA

[a] Razão de prevalência (RP) e intervalo de confiança (IC) da regressão logística binomial univariada

[b] Número e percentual das variáveis de exposição dicotomizadas

[c] Amostras coletadas em sistema de abastecimento de água

NA: Não se aplica

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins, Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde, IBGE (2015) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

De forma similar, não foram verificadas associações significativas entre os indicadores de vulnerabilidade sanitária com as DVHA de notificação (Tabela 14).

Tabela 14. Fatores relacionados à morbidade por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA) de notificação.

Variáveis	DVHA de notificação		RP (95% IC)
	sim (n= 100)	não (n=22)	Univariável[a]
(%)	No. (%)[b]		
População abastecida por água sem tratamento	61 (61%)	14 (64%)	0.89 (0.34-2.33)
População abastecida por soluções alternativas	63 (63%)	14 (64%)	0.97 (0.37-2.54)
Amostras fora do padrão de potabilidade (turbidez)[c]	80 (80%)	16 (73%)	1.5 (0.52-4.32)
Amostras fora do padrão de potabilidade (C. totais)[c]	80 (80%)	19 (86%)	0.63 (0.17-2.35)
Amostras fora do padrão de potabilidade (*E. coli)*[c]	45 (45%)	11 (50%)	0.82 (0.32-2.06)
Meses sem coleta de amostras de água	70 (70%)	17 (77%)	0.69 (0.23-2.03)
População atendida por rede de esgoto	12 (12%)	1 (5%)	2.86 (0.35-23.26)

[a] Razão de prevalência (RP) e intervalo de confiança (IC) da regressão logística binomial univariada

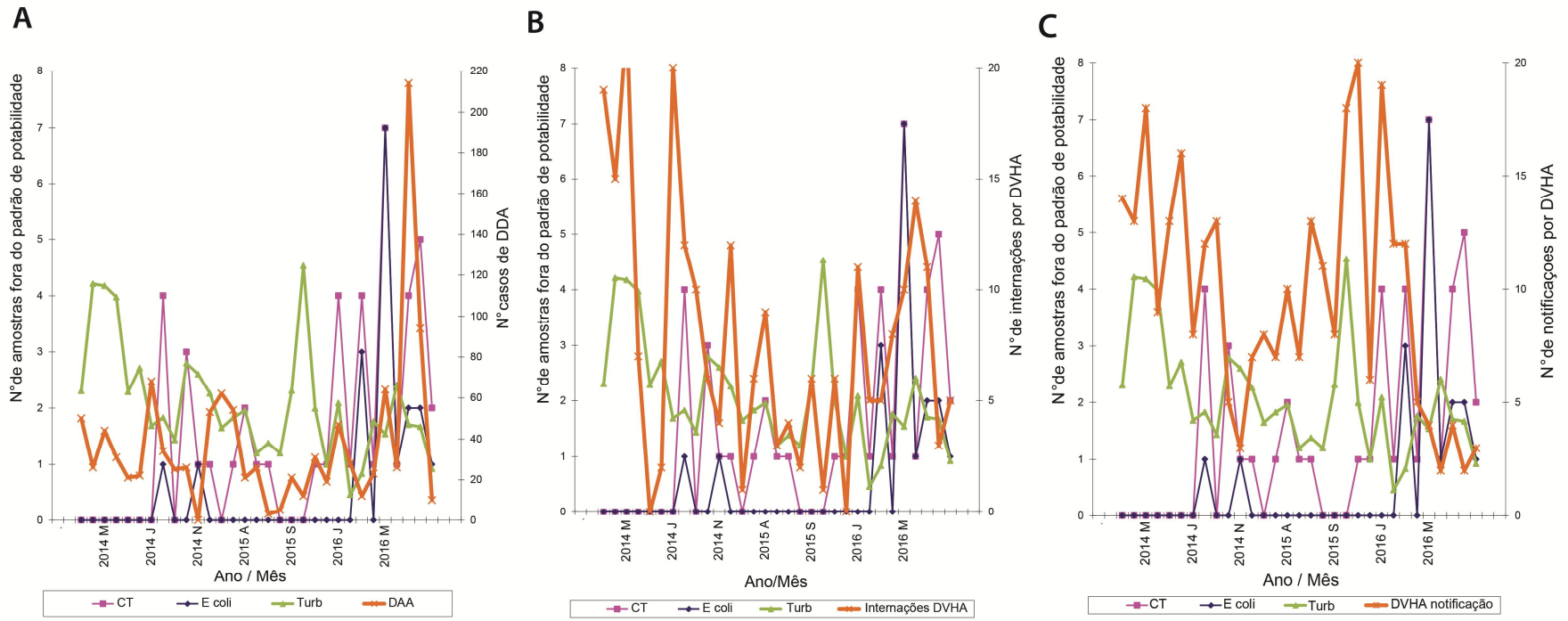
[b] Número e percentual das variáveis de exposição dicotomizadas

[c]Amostras coletadas em sistema de abastecimento de água

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins, IBGE (2015) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

Dos 10 municípios com maior incidência de DVHA em 2015, em apenas 5 deles coletas mensais de amostras de água foram realizadas em 6 ou mais meses durante os anos de 2014, 2015 e 2016. Para estes municípios, são apresentados no apêndice L os valores das correlações Pearson entre as variáveis de inconformidades na qualidade da água e as variáveis de morbidades por DVHA, considerando os dados agregados por mês, ao longo dos três anos. Nessa análise, foram detectadas pelo menos uma correlação positiva entre essas variáveis, com coeficiente de correlação acima de 0,5. Dentre os municípios pesquisados, Araguatins apresentou três correlações positivas dessa magnitude. As variações na correlação dessas variáveis podem ser visualizadas na figura 4. Foram observadas, para esse município, flutuações correspondentes entre a presença de coliformes totais e o incremento da turbidez da água, com o acréscimo no registro de morbidades por DVHA (internações hospitalares e notificação de casos).

Figura 4. Valores mensais do número de amostras de água fora do padrão de potabilidade e do número de casos registrados para A) Doenças Diarreicas Agudas (DDA); B) Internações por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA) e C) DVHA de notificação, em Araguatins – TO, 2014 a 2016.



Legenda:

CT: Coliformes Totais; **E. coli:** *Escherichia coli***; Turb:** Turbidez; **DDA**: Doenças Diarreicas Aguda.

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins e Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde

Na tabela 15, são apresentados os valores do coeficiente de correlação de Pearson calculados para o município de Araguatins, com referência às variáveis mostradas na figura 4. Foram observadas correlações positivas acima de 0,5 em dois anos de estudo. Em 2015, foi de 0,53 o valor do coeficiente de correlação entre internações hospitalares por DVHA e amostras fora do padrão de potabilidade (coliformes totais), mesmo resultado encontrado para a correlação entre DVHA de notificação e o aumento da média geométrica da turbidez (0,53). No ano de 2016, o valor desse coeficiente entre as internações hospitalares por DVHA e o aumento da média geométrica da turbidez foi de 0,75.

Tabela 15. Valores do coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis de inconformidade na qualidade da água para consumo humano e as variáveis de morbidade por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA), no município de Araguatins-TO, 2014 a 2016.

		Parâmetro de qualidade de água		
		Coliformes Totais[a]	***Escherichia coli* [a]**	**Turbidez [b]**
Ano	**Morbidade por DVHA[c]**	**Coeficiente de correlação de Pearson**		
2014	Doenças Diarreicas Agudas	-0,15	-0,41	-0,13
2015		0,04	NA	-0,04
2016		0,40	0,19	0,26
2014 a 2016		0,40	0,30	-0,07
2014	Internações hospitalares por DVHA	-0,14	-0,17	0,13
2015		**0,53**	NA	0,07
2016		-0,03	0,06	**0,75**
2014 a 2016		0,01	0,04	0,29
2014	DVHA de notificação	-0,37	-0,41	0,19
2015		-0,12	NA	**0,53**
2016		0,00	-0,29	-0,20
2014 a 2016		-0,31	-0,36	0,33

[a] N° de amostras fora do padrão de potabilidade para amostras coletas em sistema de abastecimento de água.

[b] Média geométrica da turbidez para amostras coletas em sistema de abastecimento de água.

[c] N° de casos registrados

NA: Não se aplica

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins e Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde

6 DISCUSSÃO

O presente estudo indica que a maioria (88%) dos municípios do Tocantins realizaram monitoramento da qualidade da água. Entre esses, uma proporção menor (60%) realizou monitoramento durante mais de 10 meses ao longo do ano de 2015, demostrando atuação da VQACH no Estado do Tocantins, mas com intermitências no funcionamento. Por outro lado, os resultados observados para proporção da população abastecida por soluções alternativas (mediana de 1%) e por água sem tratamento (mediana de 0%), são relevantes sob a ótica sanitária, tendo em vista que os maiores percentuais de amostras fora do padrão de potabilidade foram detectados nessas formas de abastecimento, situação relatada em diversas pesquisas realizadas no Brasil e em outros países em desenvolvimento (AMARAL et al.,2003; BARCELLOS et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2012b; SINGH et al., 2013).

6.1 ABASTECIMENTO

As proporções da população abastecida por soluções alternativas remetem ao encontrado por Brasil (2012a), segundo o qual menos de 10% da população do Tocantins utilizava soluções alternativas como forma de abastecimento no ano 2011. Entretanto, destaca-se que esses resultados estão sujeitos ao cadastro das formas de abastecimento, realizado pelas equipes municipais de VQACH (BRASIL, 2006d) cujas limitações são reconhecidas por BRASIL (2015a), fato que pode influenciar os valores obtidos para os indicadores relacionadas ao abastecimento de água para consumo humano.

A mediana de 0% para proporção da população abastecida por água sem tratamento nos municípios do Estado do Tocantins, é, sem dúvida, um relevante achado do ponto de vista sanitário, uma vez reconhecida a importância do consumo de água potável para proteção à saúde (DIAS et al., 2008; WHO, 2011). Os valores desse indicador parecem ter relação direta com a proporção da população abastecida por soluções alternativas (mediana de 1%) e, de forma dedutiva, com o baixo percentual da população atendida por sistemas de abastecimento de água (SAA) sem tratamento no Tocantins. Segundo Vasconcelos et al. (2016), na Amazônia legal, no período de 2009 a 2013, 54,2% dos SAA e 81,76% das Soluções alternativas coletivas (SAC) não tinham tratamento, proporções acima da média nacional. Por sua vez, o estudo Daniel e Cabral (2011) demostrou que o Tocantins, em 2010, estava no grupo dos estados em que a população abastecida por soluções alternativas era de 0 a 25%.

É importante salientar, porém, que vários municípios do Estado do Tocantins apresentaram proporções mais elevadas da população abastecida por água sem tratamento que o conjunto dos municípios (mediana de 6%). Assim, os percentuais observados em Itaguatins (95,8%), Novo Alegre (37,1%) e Pium (34,2%), por exemplo, demostraram assimetrias desse indicador entre os municípios. De fora semelhante, a proporção da população abastecida por soluções alternativas (mediana de 7% para todos os municípios), apresentou valores maiores em Brejinho de Nazaré (99,7%), Bom Jesus do Tocantins (97%) e Itapiratins (64, 8%), para citar alguns exemplos. De acordo com Brasil (2015a), a população abastecida por SAI é considerada vulnerável, já que utiliza água sem qualquer tipo de tratamento. Do mesmo modo, as SACs, apesar de cobrirem uma parte relativamente pequena da população, têm implicações negativas para a população abastecida, quando se considera o histórico de deficiência no tratamento da água fornecida (BRASIL, 2015a), ainda que a norma de potabilidade vigente no Brasil determine que toda água fornecida coletivamente seja submetida a processo de tratamento (BRASIL, 2012b).

As soluções alternativas de abastecimento são fundamentais para o provimento de água em muitas áreas periféricas, rurais e urbanas, cuja utilização pode ser condicionada por fatores econômico-financeiros, demográficas e pela ausência de sistema de abastecimento ou mesmo como complemento ou garantia frente a precariedade, intermitência ou má qualidade da água distribuída por SAA (BRASIL, 2015a; BRASIL, 2015c). Assim sendo, as dificuldades enfrentadas por diversos municípios do Estado do Tocantins devido às situações de emergência, decretadas nos últimos anos, em decorrência de estiagem prolongada (TOCANTINS, 2013, 2015, 2016), reforçam a necessidade de especial atenção para a vulnerabilidade sanitária decorrente do uso de soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano.

6.2 QUALIDADE DA ÁGUA

Nesta pesquisa, as soluções alternativas de abastecimento apresentaram proporções de amostras fora do padrão de potabilidade maiores que os sistemas de abastecimento, principalmente para os parâmetros microbiológicos. Brasil (2012a), ao avaliar os dados VQACH no Estado do Tocantins, referentes a 2011, observaram maiores percentuais de amostras com presença de coliformes totais nas formas alternativas de abastecimento, sendo 59,21% nas SACs e 83,19% nas SAIs, valores próximos dos nossos achados (52% nas SACs e 82% nas SAIs), o que pode denotar pouco ou nenhum avanço quanto ao tratamento da água

em SACs tal como estabelecido pela norma, além de evidenciar continuidade na utilização de SAIs pela população do Tocantins. Situações análogas podem ser encontradas em outros estados da federação. No ano de 2011, em Pernambuco, as proporções de amostras de água, coletadas pela VQACH, com presença de coliformes totais foram de 69,47% nas SACs e de 82,09% SAIs; enquanto no Amazonas essas proporções foram de 37,78% nas SACs e 56,98% nas SAIs (BRASIL, 2012d; BRASIL, 2012e).

A presença de *E. coli* na água de consumo humano merece especial atenção. Nos municípios estudados, o intervalo interquartil da proporção de amostras fora do padrão para esse parâmetro foi de 11-49% nas SACs e de 38-70% nas SAI. No estado de São Paulo, Teixeira et al. (2012b), ao analisarem amostras de água coletadas em SACs de 66 municípios, detectaram 56,8% de amostras fora do padrão de potabilidade, entre as quais, 14,4 %, com presença de *E. coli.* Em Manaus-AM, Scorsafava et al. (2010) realizaram coletas em poços que abasteciam escolas, unidades de saúde e residências, observando percentuais entre 20% e 34% de amostra com presença de *E. coli* de acordo o regime de chuvas da região. Esses achados, demostram a generalização das deficiências no tratamento e na qualidade da água nas soluções alternativas de abastecimento, sejam elas individuais ou coletivas.

Em contrapartida, nos sistemas de abastecimento de água (SAAs), considerando o conjunto dos municípios do Tocantins, foram observados valores mais reduzidos para o intervalo interquartil das proporções de amostras fora do padrão de potabilidade, tanto para turbidez (3-11%), como para coliformes totais (3-20%) e *E. coli* (1-9%). Esses resultados são comparáveis aos obtidos em estudos realizados em outros estados da Federação (BRASIL, 2012d; BRASIL, 2012e). Segundo Vasconcelos et al. (2016), no território da Amazônia legal, entre 2009 e 2013, os municípios do Tocantins e Mato Grosso apresentaram os melhores resultados de qualidade da água para o parâmetro coliformes totais, de sorte que, em uma análise global de vulnerabilidade relacionada ao abastecimento e à qualidade da água nessa região, esses municípios apresentaram os menores percentuais de áreas com vulnerabilidade alta.

Apesar disso, detectamos em nosso estudo que determinados municípios do Tocantins apresentaram proporções de amostras fora do padrão de potabilidade, coletas em SAAs, mais elevados que os percentuais observados para o conjunto dos municípios, que foram de 2% para *E. coli* e de 6% para turbidez. Desse modo, em relação às amostras fora do padrão para *E. coli*, destacaram-se os municípios de Bom Jesus do Tocantins, Tupirama, Angico, Taipas do Tocantins, Pedro Afonso e Ananás, com mais de 17% de inconformidade, bem como os municípios de Bom Jesus do Tocantins, Sandolândia e Lavandeira, nos quais

foram observadas mais de 60% das amostras com turbidez acima do valor máximo permitido. Em outro estudo, Silva et al. (2015) detectaram 100% de conformidade com parâmetros turbidez, coliformes totais *e E. coli* em amostras de água provenientes do SAA de Catalão-GO. Esses percentuais de conformidade também foram observados em sistemas de abastecimento públicos nos municípios de Guarabira-PB (OLIVEIRA et al., 2012) e Rio Verde-GO (MORAIS et al., 2016). O conjunto dessas pesquisas reforça o conhecimento acerca das disparidades locais e regionais na qualidade da água distribuída por SAAs.

Ainda com relação às inconformidades na qualidade água, BRASIL (2006d) afirma que a *E. coli* é o indicador mais preciso de contaminação fecal e sua presença na água de consumo humano constitui um fator de vulnerabilidade sanitária. Por isso, a norma vigente de potabilidade (BRASIL, 2012b) é taxativa ao determinar que água para consumo humano deve estar livre de *E. coli* (ausência em 100mL), independente da forma de abastecimento. De modo complementar, a presença de coliformes totais na água tratada, apesar de não confirmar contaminação fecal, pode indicar possíveis fragilidades no tratamento e/ou na integridade do sistema de distribuição, o que é capaz de comprometer a qualidade microbiológica da água (BASTOS, 2000). Além disso, a água com elevada turbidez nos sistemas de distribuição (acima de 5 uT), pode abrigar micro-organismos patogênicos e protegê-los da ação de desinfetantes utilizados no tratamento da água (BRASIL, 2012b; BRASIL, 2006e). Assim, presume-se que, se por um lado o elevado percentual de cobertura populacional por SAAs nos municípios do Estado do Tocantins, pode ser um fator de proteção à saúde (DANIEL; CABRAL, 2011; BRASIL, 2012a) por outro, a distribuição de água não segura nesses sistemas, pode colocar em situação de vulnerabilidade sanitária uma grande parcela da população nos municípios afetados por deficiências na qualidade da água, bem como naqueles em que as soluções alternativas de abastecimento são amiúde utilizadas pela população.

6.3 QUALIDADE DOS DADOS

Além das assimetrias nos valores encontrados para os indicadores de vulnerabilidade sanitária, observamos tendência entre os municípios com maiores deficiências na potabilidade da água, possuírem menos informações disponíveis quando comparados ao conjunto dos municípios estudados. Assim, tomando como base o percentual de amostras fora do padrão de potabilidade para coliformes totais, os municípios com piores indicadores para esse parâmetro, via de regra, também apresentaram percentuais de meses sem coleta acima da mediana global. Essa percepção, também foi mostrada no estudo de Frazão et al. (2013), no

qual a falta de cadastro e de alimentação do sistema de informação da vigilância da qualidade da água para consumo humano (SISAGUA) estava associada a municípios com piores indicadores sanitários, econômicos e de desenvolvimento humano.

Ademais, houve concentração de coletas de amostra de água nos SAAs (87%), face a reduzida frequência amostral e proporção de municípios que coletaram amostras em soluções alternativas, de maneira que os dados de qualidade de água dessas formas de abastecimento não foram considerados na investigação das correlações entre as variáveis de exposição e desfecho, no presente estudo. Sobre esse fato, Queiroz et al. (2012) ressaltam que nos países subdesenvolvidos, as soluções alternativas de abastecimento são constantemente utilizadas pela população; no Brasil, porém, o cadastramento e o monitoramento dessas formas de abastecimento ficam comprometidos devido, principalmente, à alta prioridade dada ao monitoramento dos SAAs, bem como, em certos casos, às deficiências de recursos humanos e transporte para trabalho de campo. Nesse sentido, Vasconcelos et al. (2016) afirmam que nos Estados da Amazônia Legal, o frequente consumo de água de poços residenciais (SAIs) aliado a baixa proporção de cadastro no SISAGUA, constituem fatores de vulnerabilidade, dificultando o monitoramento da qualidade da água dessas soluções alternativas.

Em relação aos indicadores epidemiológicos, verificamos que os maiores coeficientes de incidência de morbidade por DVHA se concentraram em um grupo reduzido de municípios e, ao mesmo tempo, não houve nenhum registro de caso de DVHA em determinados municípios. A mesma tendência foi observada para os óbitos em crianças menores de cinco anos e para cobertura populacional por rede esgoto, o que nos levou realizar análises tratando as variáveis como dicotômicas. Para Cumsille e Bangdiwala (2000), apesar de ser comum em estudos epidemiológicos a alteração da escala de variáveis contínuas durante a análise dados, esse processo, via de regra, pode modificar substancialmente as relações entre as variáveis dependentes e independentes e, por isso, deve ser evitado o máximo possível. Outro fator relevante para nosso estudo é apontado por Waldman et al. (1999), que ressaltam a importância do sistema nacional de informações de mortalidade e de doenças de notificação para as análises epidemiológicas, mas admitem que são elevadas as proporções de subnotificações de óbitos e doenças notificáveis.

No âmbito do Estado do Tocantins, Valdevino et al. (2010) realizaram avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios desse estado, apontando Palmas, Colinas do Tocantins, Porto Nacional, Gurupi, Araguaína, Paraíso do Tocantins, Peixe e Guaraí como *outliers* em relação aos demais. Segundo esses autores, os menores índices de eficiência observados nessas municipalidades, podem ser explicados pelos

seus melhores serviços hospitalares, já que constituem polos de atendimento hospitalar no Estado do Tocantins. De forma comparativa, os nove municípios listados por Valdevino et al. (2010) estão incluídos, em nosso estudo, entre os 17 que possuem sistema de esgotamento sanitário e entre os 32 que registraram óbitos em crianças menores de cinco anos em 2015, com exceção, neste caso, de Guaraí e Peixe.

Assim, embora não seja objetivo do presente trabalho avaliar a qualidade dos dados, acredita-se que as assimetrias observadas nos registros dos mesmos podem ter influenciado nossos resultados, subestimando as associações dos nossos achados, de maneira que a apreciação dos resultados apresentados deve considerar essa hipótese.

6.4 ASSOCIAÇÕES ENTRE VULNERABILIDADE SANITÁRIA E MORBIMORTALIDADE POR DVHA.

Tomando-se os municípios como unidade de análise, não foram observadas associações estatisticamente significativas entre as variáveis de vulnerabilidade sanitária, relacionadas a deficiências no abastecimento e na qualidade da água, e a morbimortalidade relativa às doenças de veiculação hídrica e alimentar. De forma similar, Briñez et al. (2012) não encontraram associação significativa entre inconformidade na qualidade de água e eventos de DVHA de notificação, assim como a redução das internações por essas morbidades não se mostraram relacionadas com o acesso à rede de água, no estudo de Uhr et al. (2016). Entretanto, Semba et al. (2009) detectaram associação entre utilização de água não segura com a ocorrência de diarreias e mortalidade em crianças menores de cinco anos de idade. Do mesmo modo, Teixeira et al. (2012a) detectaram correlações negativas entre a cobertura populacional por serviços de água e esgoto, e a morbimortalidade em menores de cinco anos.

Supreendentemente, associações positivas com as variáveis de morbimortalidade por DVHA foram observadas apenas para a proporção da população atendida por rede de esgoto, variável complementar do nosso estudo. Nessa lógica, Costa et al. (2005) também encontraram relação positiva entre cobertura por rede de esgoto com o indicador mortalidade infantil. Em caráter especulativo, esses autores atribuíram tal achado a fatores como a maior geração e exposição de esgotos no meio urbano, o que poderia aumentar os riscos de transmissão de enfermidades nas crianças. Entretanto, tais resultados diferem das evidências obtidas em outras pesquisas, que apontam correlações diretas entre a abrangência dos serviços

de esgoto e a redução da morbimortalidade por DVHA (LIBÂNIO et al., 2005; TEIXEIRA; GUILHERMINO, 2006; UHR et al., 2016).

Em outra análise, comparando dados de um mesmo município ao longo de três anos, encontramos correlações positivas entre o registro de DVHA e a ocorrência de inconformidades na qualidade da água. Em um grupo de cinco municípios que atenderam os critérios de frequência mínima para coletas de amostras de água e de registro de DVHA, foram observadas diversas correlações positivas entre as variáveis analisadas. Nessa direção, Queiroz et al. (2009), por meio de análise de dados secundários do ano de 2004, originários dos programas VIGIAGUA e de Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), encontraram associações estatisticamente significativas entre a detecção de amostras de água fora do padrão de potabilidade (turbidez e coliformes totais) e a ocorrência de doenças diarreicas (DDA), principalmente em crianças menores de cinco anos. Essa pesquisa apontou defasagem temporal de duas semanas entre a amostragem da qualidade da água e a ocorrência de casos de diarreia. Em outro estudo, com proposta semelhante ao de Queiroz et al. (2009), Meisen et al. (2011) analisaram dados agregados por semana, solicitados aos responsáveis pelo abastecimento de água (setor controle), bem como aos responsáveis pela monitorização das DDA no município Pouso Redondo – SC. Essa pesquisa não encontrou correlação entre parâmetros físico-químicos de qualidade da água distribuída à população urbana e a ocorrência de casos de DDA no município estudado. Ainda que sejam distintos os resultados desses estudos, seus autores enfatizam a importância do fornecimento de água com padrão de potabilidade estabelecido como fator de proteção para ocorrência de DVHA (QUEIROZ et al., 2009; MEISEN et al., 2011, BRASIL, 2012b).

7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Na realização desta pesquisa não adotamos como variáveis os aspectos relacionados à intermitências no abastecimento, hábitos de higiene e reservação de água. Sabe-se que esses fatores podem influenciar a qualidade da água e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica (NOGUEIRA et al., 2003; LEE, 2007). Diferentes números de coletas foram realizadas nos municípios durante o ano de estudo e apenas os resultados analíticos das amostras provenientes de sistemas de abastecimento de água foram utilizados na análise de correlação entre as variáveis adotadas, desprezando as poucas informações existentes sobre as soluções alternativas de abastecimento. Em nosso plano de análise, não consideramos o lapso temporal entre as coletas de amostras de água e a ocorrência das DVHA, tampouco a multicausalidade

dessas doenças cujo surgimento se relaciona a fatores socioeconômicos e ambientes diversos (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008; BRASIL, 2010; SINGH et al., 2013). O uso de dados secundários não permitiu o controle da precisão e a padronização dos mesmos, e o desenho de estudo escolhido está sujeito à falácia ecológica. Além disso, a recente mudança de versão do sistema de informação da vigilância da qualidade da água para consumo humano (SISAGUA), pode ter favorecido a indisponibilidade de informações sobre alguns municípios. Assim, consideramos todos esses fatores como limitações ao nosso estudo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma análise global dos municípios do Estado do Tocantins, consideramos como fatores relevantes e positivos, do ponto de vista sanitário, a reduzida parcela da população abastecida por soluções alternativas coletivas e que utiliza água sem tratamento, em relação à proporção da população abastecida por sistemas de abastecimento com água tratada. Apesar disso, a magnitude de amostras fora do padrão de potabilidade em soluções alternativas, incluindo as formas coletivas, aliada ao deficiente monitoramento dessas soluções, constituem importantes fatores de vulnerabilidade sanitária. Embora os sistemas de abastecimento de água possuam os melhores indicadores de potabilidade, houve municípios que apresentaram inconformidades na qualidade da água nessas formas de abastecimento, alguns, entre os quais, em proporções muito maiores que as observadas para o conjunto dos municípios, o que representa uma condição de exposição da população aos perigos relacionados às doenças de veiculação hídrica. O modelo analítico adotado para variáveis desta pesquisa, frente ao conjunto dos dados disponíveis, com dados agregados por município, não evidenciou associações estatisticamente significativas entre deficiências no abastecimento e na qualidade da água, e a ocorrência das doenças de veiculação hídrica. Por outro lado, correlações entre essas variáveis foram observadas nas análises de dados de um mesmo município, ao longo de três anos. Conclusões sobre esses achados devem considerar as limitações apontadas, sobretudo aquelas relativas às assimetrias na disponibilidade dos dados entre os municípios.

Às autoridades de saúde, recomendamos o fortalecimento de ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano (VQACH) que visem à detecção e minimização das vulnerabilidades sanitárias decorrentes da utilização de soluções alternativas e, de forma geral, do consumo de água fora dos padrões de potabilidade, priorizando os municípios com elevado grau de inconsistências na qualidade da água distribuída por sistemas de abastecimento. Ante a complexidade do tema abordado e o dinamismo têmporo-espacial dos

fatores associados à qualidade da água e às doenças de veiculação hídrica, esperamos avanços na gestão das informações utilizadas neste trabalho, de modo a favorecer a realização de estudos correlatos cujos resultados e apontamentos devem ser considerados na elaboração de políticas públicas. A transformação de dados gerados rotineiramente pela VQACH em informações úteis aos setores saúde e saneamento ambiental, para o planejamento de ações e tomada de decisão, constituiu a principal contribuição desta pesquisa.

REFERÊCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, L.; BARRETO, M. L. Desenho de pesquisa em epidemiologia. In: ALMEIDA FILHO, L.; BARRETO, M. L. (Org.) **Epidemiologia e saúde: fundamentos, métodos e aplicações.** Rio de Janeiro: Guanabara, 2013. p. 165-185.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, p. 510-514, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000400017>. Acesso em: 06 nov. 2016.

BARCELLOS, C. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v22n9/21. pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

BARRETO, M. L. et al. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. **The Lancet**, v. 370, n. 9599, p. 1622-1628, 2007. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S0140673607616389. Acesso em: 25 jan. 2017.

BASTOS, R. K. X. et al. Coliformes como indicadores da qualidade da água. Alcance e limitações. In: **Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 2000. Disponível em: <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/coliformes.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

BERGAMASCO, A. M. D. D. et al. Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 479-486, 2011. Disponível em: <iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_479-486.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

BRASIL. Decreto n.º 79.367, de 9 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1977. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/decreto/1970-1979/D79367.htm>. Acesso em: 06 nov. 2016.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 05 nov. 2016.

_____. Decreto n.º 92.752, de 5 de junho de 1986. Aprova o programa de ações básicas para a defesa do meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1986. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D92752.htm>. Acesso em: 06 nov. 2016.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 06 nov. 2016.

_____. Lei n° 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm>. Acesso em: 13 out. 2016.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Vigilância ambiental em saúde**. Brasília: FUNASA, 2002. 42p. Disponível em: <http://livros01.li vrosgratis.com.br/ms000040.pdf>. Acesso em: 17 out. 2016.

_____. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, DF, 2005, 106p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_agua_consumo_humano.pdf>. Acesso em: 17 out. 2016.

_____. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Promoção da Saúde**. Brasília, DF, 2006a. Disponível em: < http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/28_11_2013_14.57.23.7ae506d47d4d289f777e2511c83e7d63.pdf>. Acesso em: 17 out. 2016.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006b. 408 p. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2016.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo** – (Série B. Textos Básicos de Saúde). Brasília: Ministério da Saúde, 2006c. 212p. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 17 out. 2016.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo**

humano – (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Brasília: Ministério da Saúde, 2006d. 284 p.

_____ Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água** – (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Brasília: Ministério da Saúde, 2006e. 84 p. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/ inspecao_sanitaria_abastecimento_agua.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2016.

_____. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 10 nov. 2016.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso.** Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde/ Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília, DF, 2010. 448 p.

_____ Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Avaliação da vigilância da qualidade da água no estado do Tocantins - Ano base 2011**. 2012a. Disponível em: <http://u.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/07/Tocantins.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

_____ Ministério da Saúde. 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. 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2012b.

_____ Conselho Nacional de Saúde. Resolução n° 466 de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2012c. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res 0466_ 12_12_ 2012.html>. Acesso em 04 nov. 2017.

_____. **Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado de Pernambuco – Ano base 2011**. 2012d. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images /pdf/2014/maio/07/Pernambuco.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2017.

_____. **Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado de Amazonas – Ano base 2011** 2012e. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images /pdf/2014/maio/07/Amazonas.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2017.

_____. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/download/>. Acesso em: 07 out. 2017.

_____ **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento**. Brasília, Ipea: MP, SPI, 2014. 208 p. Disponível em: <http://www.ipea .gov.br/portal/images/stories/PDFs/140523_relatorioodm.pdf> . Acesso em: 12 out. 2017.

_____. 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**. Brasília: 2015a. 37 p.

_____. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014.** Brasília: ANA, 2015b. 103p. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/ snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informes2014.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2016.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2015c. 642 p.

_____. Ministério da Saúde. Sala Nacional de Coordenação e Controle para o Enfrentamento à Dengue, ao Vírus Chikungunya e ao Vírus Zika. **Diretriz SNCC nº 3 / 2016 – Saneamento Básico.** Brasília, 2016a. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/ pdf/2016/junho/06/ diretriz-nacional-planoamostragem-agua.pdf> Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde: **Monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano, Brasil, 2014.** Boletim Epidemiológico. v. 47, n 12. 2016b. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016 /marco/23/2015-052---Agrot--xicos-publica--- o>. Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano,** 2016c. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/06/diretriz-nacional-plano-amostragem-agua.pdf > Acesso em: 14 out. 2016.

_____ Ministério da Saúde. Portaria nº 204, de 17 de Fevereiro de 2016. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2016d.

BRIÑEZ, K. J.; GUARNIZO, J. C.; ARIAS, S. A. Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. **Facultad Nacional de Salud Pública**, v. 30, n. 2, p. 175-182, 2012.

CAMPOLINA, B. et. al. **Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins. Dinâmica do Tocantins**. Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. Palmas: Seplan/DZE,

2012. 264 p. Disponível em: <http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/Dinamica_de_Uso_da_Terra_1990-2007/Din_Cob_Uso_Tocantins_vol1.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 426-434, 2008. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/esa/v13n4/a11v13n4>. Acesso em: 02 nov. 2016.

CARTIER, R. et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental Social. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v25n12/16>. Acesso em: 25 jan. 2017.

CONFALONIERI, U.; HELLER, L.; AZEVEDO, S. Água e Saúde: aspectos globais e nacionais. In: BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTHUL, M.C.B. **Águas do Brasil: análises estratégicas.** São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 27-42.

COSTA, S. S. et al. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 2, p.118-127, 2005. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/13425>. Acesso em 25 jan. 2017.

COSTA, A. M. et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.17, n.6, p. 1511-1522, 2012. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a15.pdf>. Acesso em 17 out. 2016.

CUMSILLE, F.; BANGDIWALA, S. Categorización de variables en el análisis estadístico de datos: consecuencias sobre la interpretación de resultados. **Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health**, v. 8, n. 5, p. 348-354, 2000.

DANIEL, M. H. B.; CABRAL, A. R. A Vigilância da qualidade da água para consumo humano (VIGIAGUA) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Cadernos Saúde Coletiva,** v. 19, n. 4, p. 487-492, 2011.

DIAS, G. M. F. et al. *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. em água de manancial superficial de abastecimento contaminada por dejetos humano e animal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p. 1291-1300, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n6/01.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

FRAZÃO, P.et al. Fluoretação da água e insuficiências no sistema de informação da política de vigilância à saúde. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 67, n. 2, p. 94-100, 2013.

GALVÃO JÚNIOR A. C. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Revista Panamericana Salud Publica**, v. 25, n. 6, p. 548 - 556, 2009. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v25n6/v25n6a12.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2016

HAIDAR, R. F.; DIAS, R. R.; FELFILI, J. M. **Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins**. **Inventário Florestal do Tocantins**. Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. Palmas: Seplan/DZE, 2013. 156 p. Disponível em: <http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/TO_Rel_Mapeamento_Regioes_Fitoecologicas_Inventario_Florestal/Rel_Regioes_Fitoecologicas_Faixa_Centro_TO_vol1.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81231998000200007>. Acesso em: 06 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Atlas de saneamento 2011.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: 14 out. 2016.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01.07.2015. 2015**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/default.shtm>. Acesso em: 28 out. 2016.

KRONEMBERGER, D. M. P. et al. **Saneamento e Meio Ambiente Atlas de Saneamento IBGE. 2011**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap3.pdf> Acesso em: 14 out. 2016.

LEE, E. J.; SCHWAB, K. J. Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries**. J Water Health**, v. 3, n. 2, p. 109-127, 2007.

LEIVAS, P. H. S. et al. Sustentabilidade, saneamento e saúde infantil no Brasil: uma análise a partir de macro e microdados. **XVIII Encontro de Economia da Região Sul – ANPEC/SUL** 2015, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.ppge.ufrgs.br/anpecsul2015/artigo/sustentabilidade_saneamento.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHAROII, C. A. L.; NASCIMENTO, N. D. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental.** v. 10, n. 3, p. 219-28, 2005. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/esa/v10n3/a06v10n3>. Acesso em: 15 out. 2016.

LIMA, C. R. A. et al. Revisão das dimensões de qualidade dos dados e métodos aplicados na avaliação dos sistemas de informação em saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 10, p. 2095-2109, 2009. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/csp/v25n10/02.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2017.

LYRA, T. M.; BEZERRA, A. C. V.; ALBUQUERQUE, M. S. V. Os desafios dos Polos de Desenvolvimento. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, v. 25, n. 4, p. 1117-1139, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-73312015000400005>. Acesso em: 25 jan. 2017.

MEISEN, M. N. et al. Análise de correlação da ocorrência de doenças diarreicas agudas (DDA) com a qualidade da água para consumo humano no município de Pouso Redondo – SC. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 57-67, 2011.

MENDES, A. C. G. et al. Sistema de Informações Hospitalares fonte complementar na vigilância e monitoramento das doenças de veiculação hídrica. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 9, n. 2, p. 111-124, 2000. Disponível em <: http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf /iesus/v9n2/v9n2a 04.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017

MENDONÇA, M. J. C.; MOTTA, R. S. Saúde e Saneamento no Brasil. Instituo de Pesquisa Econômica Aplicada- IPEA. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 30, 2007. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/viewFile/33/33>. Acesso em: 05 nov. 2016.

MORAIS, W. A. et al. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 361-367, 2016.

NOGUEIRA, G. et al. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities**,** Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 232-236, 2003. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rsp/article/download/31576/33461>. Acesso em: 06 nov. 2016.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E.; BRITO, J. G. Qualidade da água para consumo humano distribuída pelo sistema de abastecimento público em Guarabira- PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustável**, v. 7, n. 2, 199-205, 2012.

OLIVEIRA, M. L. C.; FARIA, S. C. Indicadores de saúde ambiental na formulação e avaliação de políticas de desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 16-22, 2008. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/ publicacoes/rbciamb/PDFs/11-05_artigo_2_artigos134.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

OLIVEIRA, R. M. D.; VALLA, V. V. As condições e as experiências de vida de grupos populares no Rio de Janeiro: repensando a mobilização popular no controle do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. S77-S88, 2001. Acesso em: 25 jan. 2017.

ONU- Organização das Nações Unidas. Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC). **O Direito Humano à Água e Saneamento: Comunicado aos Media.** 2011. 8p. Disponível em: <http://www.un.org/waterforlifedecade/ pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

ONU. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <http://www.estrategiaods.org.br/wp-content/uploads/2015/09/ ODS_ oficial.pdf>. Acesso em: 05 out. 2017.

OPAS/OMS - Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde. **Água e Saúde**. 2001. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/agua.pdf. Acesso em: 14 out. 2016.

PRÜSS, A. et al. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level**. Environmental health perspectives**, v. 110, n. 5, p. 537, 2002. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/iesus/v9n2/v9n2a04.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.

QUEIROZ, J. R. M.; HELLER, L.; SILVA, S. R. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória – ES. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 3, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v18n3/12.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

QUEIROZ, A. C. L. et al. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. **Saúde e Sociedade**, v. 21, n. 2, p. 465-478, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v21n2/a19v21n2.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2016.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde e Sociedade**. 17, p. 21-32, 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/sausoc/article/viewFile/7557/9077>. Acesso em: 14 out. 2016.

SA, L. L. C. et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento - Belém do Pará, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 14, n. 3, p. 171-180, 2005. Disponível em <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167949742005000300005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 out. 2016.

SAN PEDRO, A. et al. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaipu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 9, p. 1937-46, 2009. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/csp /v25n9/ 08. pdf>. Acesso em: 25 jan. 2017.

SCORSAFAVA, M. A. et al. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 229-232, 2010. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073 98552010000200013&lng=pt&nrm=iso=pt>. Acesso em 25 jan. 2017.

SEMBA, R. D. et al. Purchase of drinking water is associated with increased child morbidity and mortality among urban slum-dwelling families in Indonesia. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 212, n. 4, p. 387-397, 2009.

SILVA, A. A. et al. Fatores sociais e ambientais que podem ter contribuído para a proliferação da dengue em Umuarama, estado do Paraná. **Acta Scientiarum Health Sciences**, v. 25, n. 1, p. 81-85, 2003.

SILVA, J. C.; PONTES, H. P.; BARBOSA, G. J. Sistema de abastecimento de água do município de Catalão-GO: Avaliação da turbidez, cloração e qualidade bacteriológica. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 3, p. 280-286, 2015.

SINGH, U. et al. Microbial quality of drinking water from groundtanks, standpipes and community tankers at source and point of use in Ethekwini Municipality, and its relationship to health outcomes. **Water SA**, v. 39, n. 5, p. 1-22, 2013.

TEIXEIRA, C. F.; PAIM, J. S.; VILASBÔAS, A. I. SUS, modelos assistenciais e vigilância da saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, ano VII, n. 2, p. 7-25, 1998. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/iesus/v7n2/v7n2a02.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2016.

TEIXEIRA, I. S. C, et al. Solução alternativa coletiva de abastecimento de água (SAC): avaliação da qualidade bacteriológica e da cloração. **Revista do Instituto Adolfo Lutz.** v. 71, n. 3, p. 514-519, 2012b;

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003–IDB 2003. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 277-82, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/esa/v11n3/a11v11n3.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2016.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: estudo com dados secundários. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 32, n. 6, p. 419-425, 2012a. Disponível em: < saudepublica.bvs.br/pesquisa/resource/pt/lil-662921>. Acesso em: 15 out. 2016.

TOCANTINS. Governo do Estado do Tocantins. Decreto n° 4.864, de 1° de agosto de 2013. Declara situação de emergência por desastre decorrente de estiagem prolongada e seca nos municípios que especifica, e adota outra providência. **Diário Oficial [do] Estado do Tocantins**, Palmas, TO, 1° ago. 2013. Disponível em: <https://diariooficial.to.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. Governo do Estado do Tocantins. Decreto n° 5.280, de 20 de julho de 2015. Declara situação anormal, caracterizada como situação de emergência, em razão de desastres decorrentes de estiagem prolongada nos municípios que especifica, e adota outras providências. **Diário Oficial [do] Estado do Tocantins**, Palmas, TO, 20 jul. 2015. Disponível em: <https://diariooficial.to.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. Governo do Estado do Tocantins. Decreto nº 5.419, de 15 de abril de 2016. Declara situação de anormalidade, caracterizada como situação de emergência, nas regiões

com áreas agrícolas do Estado do Tocantins, e adota outras providências. **Diário Oficial [do] Estado do Tocantins**, Palmas, TO, 15 abr. 2016. Disponível em: <https://diariooficial.to.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2017.

TUCCI, C. E. M. **Saneamento para todos - Programa de Modernização do Setor Saneamento**- Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Ministério das Cidades Brasília outubro de 2005. (Gestão de águas pluviais urbanas). Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/06906898a257ceb3ec8687675e9e36c8.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2016.

TUNDISI, J. G. et al. Water Availability, Water Quality, Water Governance: The Way Ahead. In: ARDENEC, C. et al. (ed.). **Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future**. PIAHS, 2015, pp. 75-79. Disponível em: <http://www.proc-iahs.net /366/75/2015 /piahs-366-75-2015.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2017.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP**, n. 106, p. 21-30, 2015. Disponível em: <www.usp.br/revistausp/106/2%20tundisi.pdf>. Acesso em 25 jan. 2017.

UHR, J. G. Z.; SCHMECHEL, M.; UHR D. A P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 2, 2016. Disponível em: <http://spell.org.br/documentos/ver/41857>. Acesso em: 18 out. 2016

VALDEVINO, A. A. F. et al. Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios do Estado do Tocantins. **Informe Gepec**, v. 14, n. 2, p. 166-181, 2010.

VASCONCELOS, C. H. et al. Surveillance of the drinking water quality din the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 1, p. 14-20, 2016. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201500040142>. Acesso em: 17 out. 2016.

WALDMAN, E. A.; SILVA, L. J.; MONTEIRO, C. A. Trajetória das doenças infecciosas: da eliminação da poliomielite à reintrodução da cólera. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 3, p. 05-47, 1999.

WARDLAW, T. et al. Diarrhoea: why children are still dying and what can be done. **Lancet**. v. 375, n. 9718, p. 870–72, 2009. Disponível em: < http://www.thelancet.com/journals /lancet/article/PIIS0140-6736(09)61798-0/fulltext > Acesso em: 17 out. 2016.

WHO. **World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality**. Geneva, Fourth edition. 2011. Disponível em: <whqlibdoc.who.int/publications/2011 /9789241548151_eng.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

YAMAGUCHI, M. U. et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O Mundo da Saúde**. v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/artigos/mundo_saude/qualidade_ microbiologica_agua_consumo_humano.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2016.

APÊNDICE A

Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências no abastecimento de água para consumo humano e no atendimento urbano por rede de esgoto.

Nome do Município	População abastecida por água sem tratamento	População abastecida por soluções alternativas	População atendida por rede de esgoto[1]
		(%)	
ABREULANDIA	0,63	0,63	0,00
AGUIARNOPOLIS	0,00	0,00	33,83
ALIANCA DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
ALMAS	0,00	0,00	0,00
ALVORADA	0,12	0,12	0,00
ANANAS	0,00	4,59	0,00
ANGICO	0,00	0,00	0,00
APARECIDA DO RIO NEGRO	0,00	0,00	0,00
ARAGOMINAS	14,21	0,40	0,00
ARAGUACEMA	0,00	0,00	0,00
ARAGUACU	4,99	64,82	0,00
ARAGUAINA	0,25	0,25	18,45
ARAGUANA	0,00	2,97	0,00
ARAGUATINS	0,00	0,00	0,00
ARAPOEMA	0,00	0,00	0,00
ARRAIAS	0,00	0,00	0,00
AUGUSTINOPOLIS	2,67	2,67	27,48
AURORA DO TOCANTINS	2,55	2,55	0,00
BABACULANDIA	0,50	0,50	0,00
BANDEIRANTES DO TOCANTINS	14,32	14,32	0,00
BARROLANDIA	0,13	0,13	0,00
BERNARDO SAYAO	0,00	0,00	0,00
BOM JESUS DO TOCANTINS	0,25	97,75	0,00
BRASILANDIA DO TOCANTINS	0,65	0,78	0,00
BREJINHO DE NAZARE	15,15	99,69	0,00
CACHOEIRINHA	7,17	7,17	0,00
CARIRI DO TOCANTINS	2,82	4,30	0,00
CARMOLANDIA	11,20	22,28	0,00
CARRASCO BONITO	0,00	0,00	49,76
CASEARA	0,20	0,20	0,00
CENTENARIO	2,24	2,53	0,00
CHAPADA DA NATIVIDADE	23,61	23,61	0,00
CHAPADA DE AREIA	12,22	12,22	0,00
COLINAS DO TOCANTINS	0,00	0,00	41,16
COLMEIA	2,39	5,05	0,00
COMBINADO	0,00	0,00	0,00
CONCEICAO DO TOCANTINS	0,26	0,33	0,00

COUTO MAGALHAES	2,31	0,26	0,00
CRISTALANDIA	0,00	0,00	0,00
CRIXAS DO TOCANTINS	10,50	10,50	0,00
DIANOPOLIS	0,00	0,00	0,00
DIVINOPOLIS DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
DOIS IRMAOS DO TOCANTINS	1,42	1,42	0,00
ESPERANTINA	0,00	0,00	0,00
FATIMA	15,89	19,98	0,00
FILADELFIA	0,00	0,00	0,00
FORMOSO DO ARAGUAIA	19,62	23,28	0,00
FORTALEZA DO TABOCAO	0,00	0,00	0,00
GOIANORTE	0,31	0,31	0,00
GOIATINS	22,57	22,57	0,00
GUARAI	0,45	1,11	60,36
GURUPI	0,00	0,00	24,91
IPUEIRAS	0,87	1,03	0,00
ITACAJA	0,87	0,87	0,00
ITAGUATINS	95,83	6,43	0,00
ITAPIRATINS	6,25	56,18	0,00
ITAPORA DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
JAU DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
JUARINA	0,00	0,00	0,00
LAGOA DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
LAJEADO	1,04	1,37	0,00
LAVANDEIRA	0,00	0,00	0,00
LIZARDA	12,84	12,84	0,00
LUZINOPOLIS	4,21	0,00	0,00
MAURILANDIA DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
MIRACEMA DO TOCANTINS	5,74	5,74	0,00
MIRANORTE	0,25	1,31	0,00
MONTE DO CARMO	0,00	0,00	0,00
MONTE SANTO DO TOCANTINS	27,47	27,47	0,00
MURICILANDIA	29,78	29,78	0,00
NATIVIDADE	2,79	2,79	0,00
NAZARE	0,00	0,50	0,00
NOVA OLINDA	9,52	9,52	0,00
NOVA ROSALANDIA	18,03	35,32	0,00
NOVO ALEGRE	37,15	37,15	0,00
NOVO JARDIM	16,38	16,38	0,00
OLIVEIRA DE FATIMA	10,08	12,74	0,00
PALMAS	0,39	0,39	73,19
PALMEIRANTE	7,32	7,32	0,00
PALMEIRAS DO TOCANTINS	26,24	26,24	0,00
PALMEIROPOLIS	0,00	0,00	0,00
PARAISO DO TOCANTINS	0,42	2,54	11,64
PARANA	0,00	0,00	0,00
PEDRO AFONSO	1,56	1,56	0,00
PEIXE	0,00	0,00	23,47

PEQUIZEIRO	0,00	0,00	0,00
PIRAQUE	0,10	0,46	0,00
PIUM	34,17	34,17	0,00
PONTE ALTA DO BOM JESUS	0,00	0,00	0,00
PONTE ALTA DO TOCANTINS	0,64	0,64	0,00
PORTO ALEGRE DO TOCANTINS	1,50	1,50	0,00
PORTO NACIONAL	7,28	7,29	78,44
PRAIA NORTE	6,44	6,44	0,00
PRESIDENTE KENNEDY	1,81	1,81	0,00
RECURSOLANDIA	0,00	0,00	0,00
RIACHINHO	2,19	2,19	0,00
RIO DA CONCEICAO	6,81	11,87	0,00
RIO DOS BOIS	20,55	24,49	0,00
RIO SONO	0,00	0,00	0,00
SANDOLANDIA	0,00	0,00	0,00
SANTA FE DO ARAGUAIA	20,25	20,25	0,00
SANTA MARIA DO TOCANTINS	0,13	0,13	0,00
SANTA RITA DO TOCANTINS	17,43	17,43	0,00
SANTA ROSA DO TOCANTINS	4,13	4,13	0,00
SANTA TEREZINHA DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
SAO BENTO DO TOCANTINS	14,33	15,24	0,00
SAO FELIX DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
SAO SALVADOR DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
SAO SEBASTIAO DO TOCANTINS	5,60	5,60	0,00
SAO VALERIO	0,30	0,30	0,00
SILVANOPOLIS	0,30	0,30	0,00
SITIO NOVO DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00
SUCUPIRA	4,37	4,37	0,00
TAGUATINGA	0,02	0,02	0,00
TAIPAS DO TOCANTINS	4,24	4,24	0,00
TALISMA	0,92	1,14	38,47
TOCANTINIA	0,00	0,00	0,00
TOCANTINOPOLIS	0,00	0,00	46,09
TUPIRAMA	0,00	0,00	0,00
TUPIRATINS	0,00	0,00	0,00
WANDERLANDIA	0,00	0,00	0,00
XAMBIOA	10,81	10,81	0,00

[1] Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água.

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

APÊNDICE B

Indicadores de vulnerabilidade sanitária relacionados a deficiências na qualidade da água para consumo humano.

Nome dos Municípios	Parâmetro de potabilidade			Coletas[1]
	Turbidez	**Coliformes totais**	***Escherichia coli***	**Meses sem registro**
	Amostras fora do padrão (%)			(%)
ABREULANDIA	5,88	0,00	0,00	0,00
AGUIARNOPOLIS	3,64	5,45	0,00	8,33
ALIANCA DO TOCANTINS	11,01	2,75	0,92	0,00
ALMAS	4,55	12,12	6,25	41,67
ALVORADA	2,25	24,14	15,29	25,00
ANANAS	4,84	54,84	17,54	25,00
ANGICO	0,00	30,77	21,74	66,67
APARECIDA DO RIO NEGRO	1,27	1,27	0,00	33,33
ARAGOMINAS	13,91	4,17	0,00	0,00
ARAGUACEMA	15,83	4,20	0,84	0,00
ARAGUACU	8,26	2,78	0,00	0,00
ARAGUAINA	8,39	1,46	0,63	0,00
ARAGUANA	0,00	5,66	2,86	8,33
ARAGUATINS	6,58	5,30	0,00	8,33
ARAPOEMA	7,55	0,00	0,00	16,67
ARRAIAS	33,33	0,00	0,00	91,67
AUGUSTINOPOLIS	2,31	19,05	4,07	0,00
AURORA DO TOCANTINS	21,25	10,00	2,50	33,33
BABACULANDIA	2,33	0,00	0,00	58,33
BANDEIRANTES DO TOCANTINS	3,16	10,53	4,26	8,33
BARROLANDIA	8,11	4,17	0,00	16,67
BERNARDO SAYAO	0,00	0,00	0,00	91,67
BOM JESUS DO TOCANTINS	100,00	100,00	84,62	58,33
BRASILANDIA DO TOCANTINS	0,00	1,22	0,00	0,00
BREJINHO DE NAZARE	0,00	10,00	0,00	33,33
CACHOEIRINHA	2,78	33,33	12,86	0,00
CARIRI DO TOCANTINS	2,86	28,57	7,62	8,33
CARMOLANDIA	5,88	1,56	0,00	41,67
CARRASCO BONITO	0,83	7,69	3,45	0,00
CASEARA	7,89	8,11	2,70	58,33
CENTENARIO	14,29	15,25	0,85	0,00
CHAPADA DA NATIVIDADE	5,22	0,00	0,00	8,33
CHAPADA DE AREIA	6,78	49,15	0,00	0,00
COLINAS DO TOCANTINS	3,27	4,65	0,00	0,00
COLMEIA	8,77	3,60	0,00	0,00
COMBINADO	17,00	0,00	0,00	16,67
CONCEICAO DO TOCANTINS	5,19	10,81	1,35	8,33
COUTO MAGALHAES	1,96	2,94	1,96	0,00
CRISTALANDIA	4,59	2,75	0,92	8,33

CRIXAS DO TOCANTINS	16,67	11,67	0,00	0,00
DIANOPOLIS	13,94	6,49	2,60	0,00
DIVINOPOLIS DO TOCANTINS	0,00	0,84	0,00	0,00
DOIS IRMAOS DO TOCANTINS	0,00	3,67	0,93	8,33
ESPERANTINA	0,00	40,00	10,00	83,33
FATIMA	2,44	2,44	0,00	41,67
FILADELFIA	1,68	2,52	0,84	0,00
FORMOSO DO ARAGUAIA	26,09	0,62	0,00	0,00
FORTALEZA DO TABOCAO	0,00	4,17	0,00	75,00
GOIANORTE	10,84	16,87	9,76	8,33
GOIATINS	5,56	0,00	0,00	33,33
GUARAI	4,74	2,11	0,53	0,00
GURUPI	0,00	1,22	0,61	0,00
IPUEIRAS	24,21	21,05	5,38	8,33
ITACAJA	7,55	12,26	6,73	8,33
ITAGUATINS	2,56	46,15	12,24	25,00
ITAPIRATINS	5,45	50,91	11,32	41,67
ITAPORA DO TOCANTINS	8,00	10,00	0,00	58,33
JAU DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00	66,67
JUARINA	2,00	3,03	0,00	16,67
LAGOA DO TOCANTINS	5,26	3,45	0,00	50,00
LAJEADO	4,41	17,91	0,00	16,67
LAVANDEIRA	65,00	35,00	5,00	83,33
LIZARDA	0,00	0,00	0,00	75,00
LUZINOPOLIS	0,00	21,50	6,67	8,33
MAURILANDIA DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00	25,00
MIRACEMA DO TOCANTINS	0,87	0,44	0,00	0,00
MIRANORTE	20,42	5,63	0,00	0,00
MONTE DO CARMO	0,00	0,00	0,00	91,67
MONTE SANTO DO TOCANTINS	2,50	0,00	0,00	0,00
MURICILANDIA	1,67	0,00	0,00	8,33
NATIVIDADE	2,53	6,33	1,27	16,67
NAZARE	4,31	13,79	3,51	8,33
NOVA OLINDA	2,47	0,00	0,00	8,33
NOVA ROSALANDIA	0,00	4,17	2,08	8,33
NOVO ALEGRE	11,90	2,38	0,00	0,00
NOVO JARDIM	5,80	2,94	0,00	25,00
OLIVEIRA DE FATIMA	5,88	18,18	0,00	83,33
PALMAS	0,00	0,00	0,00	0,00
PALMEIRANTE	0,00	1,14	0,00	25,00
PALMEIRAS DO TOCANTINS	3,03	1,52	1,52	8,33
PALMEIROPOLIS	10,59	12,94	1,20	16,67
PARAISO DO TOCANTINS	1,79	5,99	0,00	0,00
PARANA	15,17	11,11	1,50	16,67
PEDRO AFONSO	13,24	19,40	19,40	58,33
PEIXE	0,00	0,00	0,00	16,67
PEQUIZEIRO	13,79	6,67	0,00	75,00
PIRAQUE	8,70	20,59	6,35	25,00

PIUM	0,00	22,54	8,45	25,00
PONTE ALTA DO BOM JESUS	20,00	0,00	0,00	91,67
PONTE ALTA DO TOCANTINS	3,75	6,49	0,00	25,00
PORTO ALEGRE DO TOCANTINS	3,41	5,68	1,15	16,67
PORTO NACIONAL	5,24	3,15	0,90	0,00
PRAIA NORTE	6,56	42,62	3,64	16,67
PRESIDENTE KENNEDY	0,00	11,11	11,11	25,00
RECURSOLANDIA	9,62	0,96	0,00	8,33
RIACHINHO	5,62	0,00	0,00	25,00
RIO DA CONCEICAO	0,00	3,28	1,64	41,67
RIO DOS BOIS	3,23	33,33	6,06	33,33
RIO SONO	15,38	7,62	0,00	8,33
SANDOLANDIA	66,67	0,00	0,00	91,67
SANTA FE DO ARAGUAIA	3,70	3,70	0,00	8,33
SANTA MARIA DO TOCANTINS	4,00	12,75	0,00	8,33
SANTA RITA DO TOCANTINS	0,00	9,68	0,00	16,67
SANTA ROSA DO TOCANTINS	19,23	23,08	0,00	41,67
SANTA TEREZINHA DO TOCANTINS	2,50	0,00	0,00	0,00
SAO BENTO DO TOCANTINS	6,41	5,81	1,16	8,33
SAO FELIX DO TOCANTINS	0,00	0,00	0,00	75,00
SAO SALVADOR DO TOCANTINS	1,00	14,29	0,00	16,67
SAO SEBASTIAO DO TOCANTINS	0,83	0,00	0,00	0,00
SAO VALERIO	25,00	23,64	3,64	25,00
SILVANOPOLIS	12,90	38,71	3,23	66,67
SITIO NOVO DO TOCANTINS	3,45	65,52	12,26	0,00
SUCUPIRA	3,80	25,32	5,33	0,00
TAGUATINGA	1,80	1,80	0,00	33,33
TAIPAS DO TOCANTINS	0,00	20,00	20,00	16,67
TALISMA	26,92	23,08	0,00	75,00
TOCANTINIA	0,94	7,69	2,88	8,33
TOCANTINOPOLIS	1,40	3,72	0,00	0,00
TUPIRAMA	5,88	45,83	26,67	0,00
TUPIRATINS	0,00	1,12	0,00	16,67
WANDERLANDIA	3,33	1,65	0,00	25,00
XAMBIOA	6,47	2,17	0,00	8,33

[1] Coletas realizadas pela vigilância da qualidade da água para consumo humano para análise de parâmetros microbiológicos de qualidade da água para consumo humano.

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE C

Indicadores de morbimortalidade por doenças de veiculação hídrica e alimentar (DVHA).

Nome dos Municípios	Indicadores			
	Incidência de internações hospitalares por DVHA (10 mil hab.)	N° de óbitos em menores de 5 anos de idade	Incidência de DDA1 em menores de 5 anos de idade (1000 nv)	Incidência de DVHA de notificação (10 mil hab.)
ABREULANDIA	7,88	0	190,48	15,75
AGUIARNOPOLIS	4,88	1	31,78	22,77
ALIANCA DO TOCANTINS	0,00	0	26,83	0,00
ALMAS	1,35	0	15,38	2,70
ALVORADA	89,03	0	94,75	3,51
ANANAS	23,35	1	153,66	7,11
ANGICO	2,96	0	262,01	0,00
APARECIDA DO RIO NEGRO	10,83	0	148,35	6,50
ARAGOMINAS	0,00	0	100,00	13,54
ARAGUACEMA	78,68	0	89,74	1,46
ARAGUACU	43,29	0	57,31	0,00
ARAGUAINA	11,22	9	210,52	41,72
ARAGUANA	7,25	0	59,70	19,95
ARAGUATINS	15,41	2	56,76	39,54
ARAPOEMA	77,95	1	189,36	14,71
ARRAIAS	6,49	1	46,56	1,86
AUGUSTINOPOLIS	39,14	0	98,68	5,11
AURORA DO TOCANTINS	0,00	0	31,75	8,15
BABACULANDIA	0,00	0	56,86	7,45
BANDEIRANTES DO TOCANTINS	32,16	1	54,17	2,92
BARROLANDIA	1,79	0	86,02	0,00
BERNARDO SAYAO	30,89	0	61,22	11,03
BOM JESUS DO TOCANTINS	15,64	0	20,62	11,17
BRASILANDIA DO TOCANTINS	4,59	0	75,34	4,59
BREJINHO DE NAZARE	16,51	1	135,96	5,50
CACHOEIRINHA	4,43	1	134,62	0,00
CARIRI DO TOCANTINS	9,57	0	179,82	0,00
CARMOLANDIA	0,00	0	174,13	19,94
CARRASCO BONITO	22,60	1	62,50	7,53
CASEARA	3,91	0	0,00	11,72
CENTENARIO	0,00	0	69,77	3,57
CHAPADA DA NATIVIDADE	2,97	0	8,62	5,95
CHAPADA DE AREIA	7,16	0	161,90	14,32
COLINAS DO TOCANTINS	21,78	1	117,09	22,37
COLMEIA	29,34	0	90,32	9,39
COMBINADO	2,06	2	38,81	2,06
CONCEICAO DO TOCANTINS	4,75	0	80,69	4,75
COUTO MAGALHAES	5,53	0	130,43	18,44

CRISTALANDIA	6,77	0	111,60	2,71
CRIXAS DO TOCANTINS	0,00	0	83,33	5,95
DIANOPOLIS	2,83	0	98,53	6,61
DIVINOPOLIS DO TOCANTINS	53,12	1	198,47	30,99
DOIS IRMAOS DO TOCANTINS	1,37	0	6,39	4,11
ESPERANTINA	5,71	1	37,28	5,71
FATIMA	2,57	0	7,91	0,00
FILADELFIA	1,13	0	15,38	4,52
FORMOSO DO ARAGUAIA	20,81	1	66,24	11,74
FORTALEZA DO TABOCAO	7,82	0	7,78	31,30
GOIANORTE	0,00	0	11,32	1,95
GOIATINS	21,85	0	51,65	3,90
GUARAI	8,35	0	181,45	54,08
GURUPI	5,38	2	25,68	2,27
IPUEIRAS	15,95	0	32,79	10,63
ITACAJA	72,86	0	2,71	0,00
ITAGUATINS	6,63	1	104,12	9,94
ITAPIRATINS	5,36	0	9,95	5,36
ITAPORA DO TOCANTINS	0,00	0	133,33	0,00
JAU DO TOCANTINS	7,98	0	36,84	0,00
JUARINA	4,45	0	0,00	4,45
LAGOA DO TOCANTINS	7,43	0	88,41	4,95
LAJEADO	23,13	0	59,48	9,91
LAVANDEIRA	0,00	0	258,06	0,00
LIZARDA	0,00	0	99,06	5,27
LUZINOPOLIS	6,79	0	44,78	13,58
MAURILANDIA DO TOCANTINS	20,82	0	121,83	5,95
MIRACEMA DO TOCANTINS	32,60	1	204,33	8,66
MIRANORTE	36,85	1	205,36	9,02
MONTE DO CARMO	1,33	0	40,38	2,65
MONTE SANTO DO TOCANTINS	0,00	0	39,22	8,96
MURICILANDIA	0,00	0	34,22	11,65
NATIVIDADE	1,08	0	66,35	9,69
NAZARE	7,18	0	143,33	9,58
NOVA OLINDA	3,47	2	86,91	9,55
NOVA ROSALANDIA	0,00	0	83,92	0,00
NOVO ALEGRE	4,25	0	90,91	0,00
NOVO JARDIM	11,32	0	37,04	3,77
OLIVEIRA DE FATIMA	9,11	0	287,23	9,11
PALMAS	4,29	8	184,15	5,61
PALMEIRANTE	3,54	1	129,25	8,85
PALMEIRAS DO TOCANTINS	12,57	0	0,00	7,86
PALMEIROPOLIS	3,92	0	68,06	5,23
PARAISO DO TOCANTINS	3,46	4	102,27	14,47
PARANA	8,51	0	81,58	1,89
PEDRO AFONSO	7,75	1	115,85	5,43
PEIXE	3,53	0	101,69	0,88
PEQUIZEIRO	7,43	0	70,12	7,43

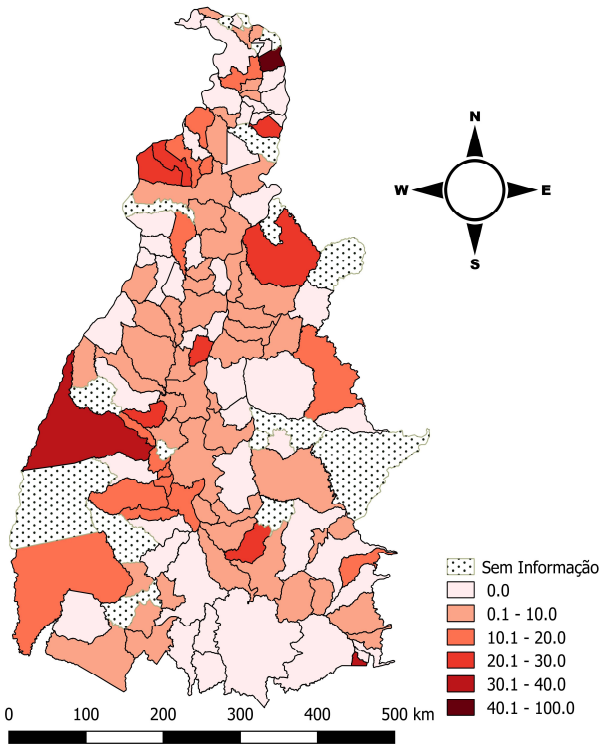
PIRAQUE	3,30	0	109,29	16,50
PIUM	12,23	0	74,40	5,44
PONTE ALTA DO BOM JESUS	0,00	0	112,24	0,00
PONTE ALTA DO TOCANTINS	2,57	0	71,43	1,28
PORTO ALEGRE DO TOCANTINS	3,29	0	132,48	6,58
PORTO NACIONAL	13,03	4	254,29	5,56
PRAIA NORTE	15,80	0	33,49	6,08
PRESIDENTE KENNEDY	5,34	0	69,39	18,70
RECURSOLANDIA	0,00	1	106,15	4,84
RIACHINHO	6,64	0	42,94	6,64
RIO DA CONCEICAO	0,00	0	62,15	5,05
RIO DOS BOIS	14,47	0	119,76	0,00
RIO SONO	3,08	0	89,70	3,08
SANDOLANDIA	32,26	1	43,29	2,93
SANTA FE DO ARAGUAIA	1,38	2	81,99	6,91
SANTA MARIA DO TOCANTINS	6,15	0	194,17	3,08
SANTA RITA DO TOCANTINS	0,00	0	114,50	0,00
SANTA ROSA DO TOCANTINS	6,26	0	33,42	4,17
SANTA TEREZINHA DO TOCANTINS	35,34	0	217,65	3,93
SAO BENTO DO TOCANTINS	5,89	1	68,24	7,85
SAO FELIX DO TOCANTINS	12,94	0	232,56	0,00
SAO SALVADOR DO TOCANTINS	0,00	0	117,65	0,00
SAO SEBASTIAO DO TOCANTINS	6,45	0	94,74	10,74
SAO VALERIO	2,37	0	59,60	0,00
SILVANOPOLIS	7,48	1	173,25	1,87
SITIO NOVO DO TOCANTINS	5,41	0	182,19	1,08
SUCUPIRA	0,00	0	27,27	0,00
TAGUATINGA	4,31	0	2,99	6,16
TAIPAS DO TOCANTINS	0,00	0	0,00	0,00
TALISMA	10,96	0	70,97	0,00
TOCANTINIA	69,74	1	100,93	5,47
TOCANTINOPOLIS	44,08	2	334,77	4,75
TUPIRAMA	5,61	0	0,00	5,61
TUPIRATINS	0,00	0	22,73	4,06
WANDERLANDIA	0,86	0	206,46	8,65
XAMBIOA	27,33	0	43,87	11,96

[1]DDA Doenças de veiculação hídrica e alimentar

Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins e Departamento de Informática do SUS / Informações de Saúde e IBGE (2015)

APÊNDICE D

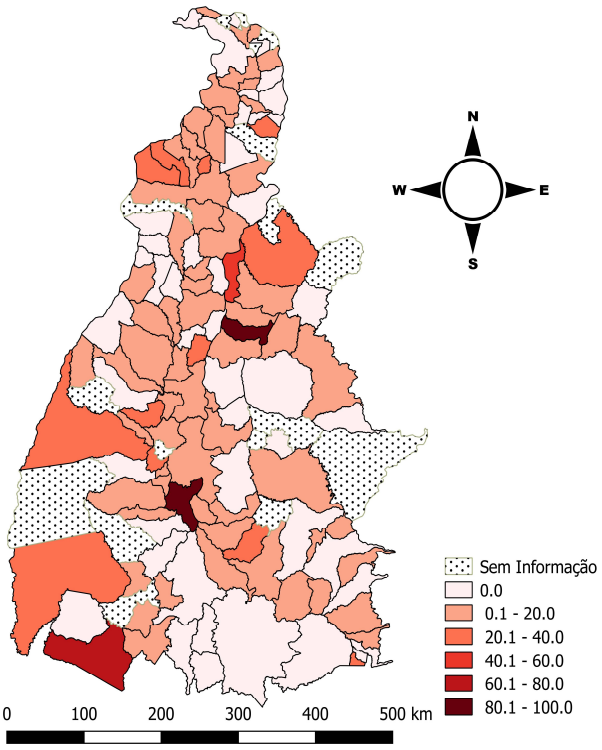
População abastecida com água sem tratamento nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE E

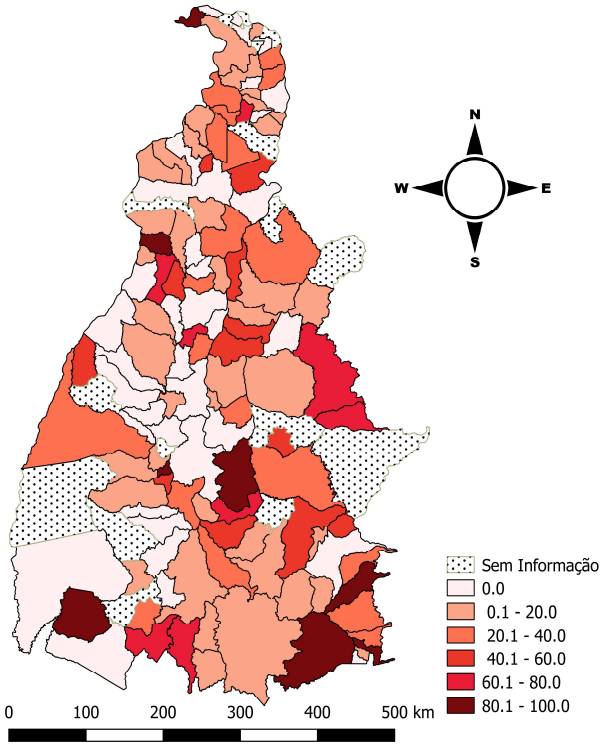
População atendida por formas alternativas de abastecimento de água para consumo humano nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE F

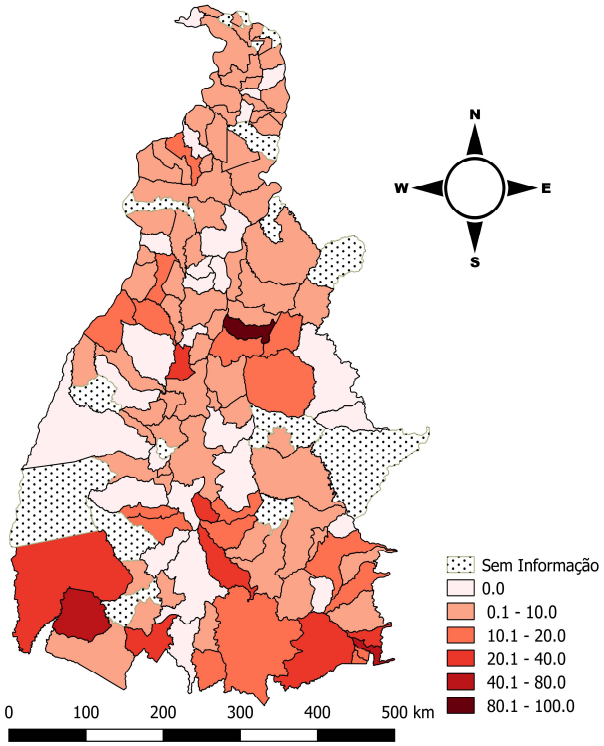
Meses no ano sem registro de coleta de amostras de água pela vigilância da qualidade da água para consumo humano (parâmetros microbiológicos) nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE G

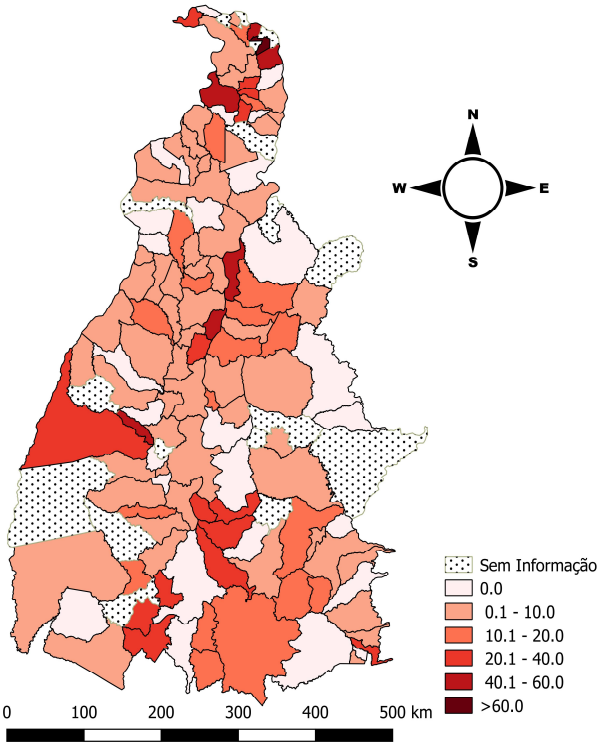
Amostras de água fora do padrão de potabilidade (parâmetro turbidez) coletadas em sistemas de abastecimento de água nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE H

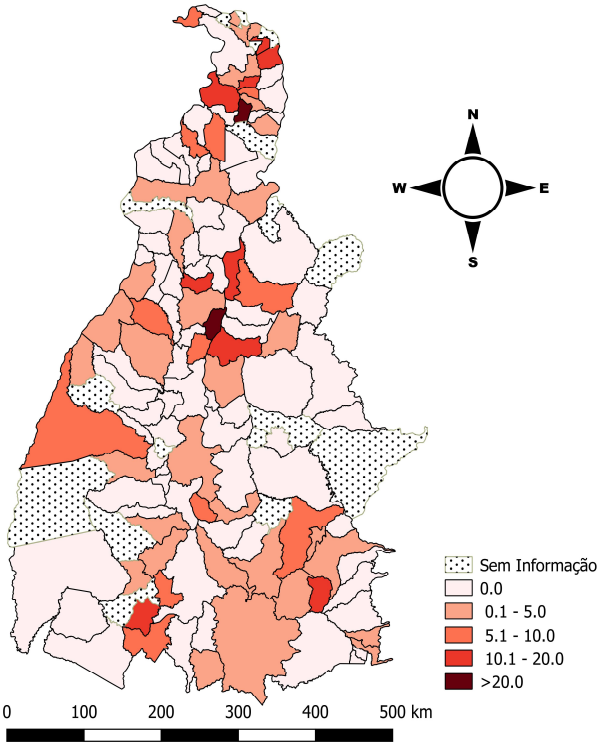
Amostras de água fora do padrão de potabilidade (parâmetro coliformes totais) coletadas em sistemas de abastecimento de água nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE I

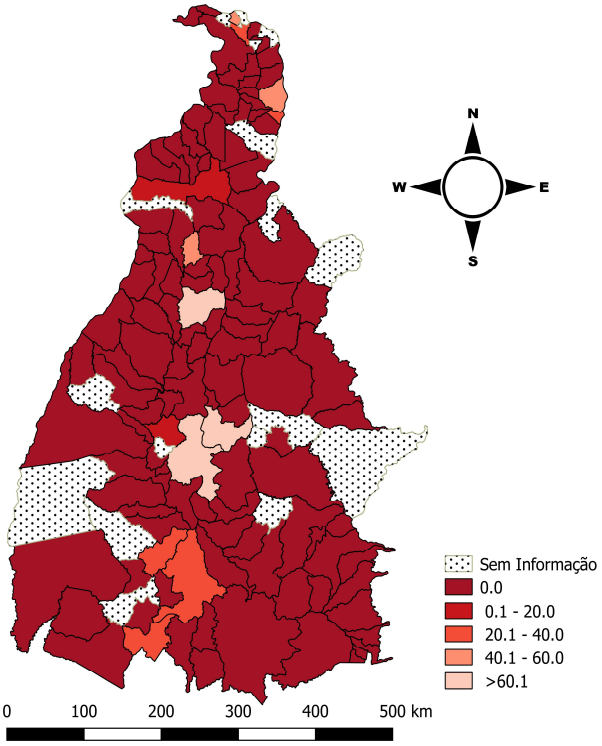
Amostras de água fora do padrão de potabilidade (parâmetro *Escherichia coli)* coletadas em sistemas de abastecimento de água nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte de dados: Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins

APÊNDICE J

População urbana atendida por rede de esgoto nos municípios do Estado do Tocantins, ano de 2015 (%).



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

APÊNDICE L

Correlações entre variáveis de inconformidades na qualidade da água para consumo humano e morbidade por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA), em municípios do Estado do Tocantins, 2014 a 2016.

(continua)

			Morbidade por DVHA								
			N° de casos de doenças diarreicas agudas			**N° de internações hospitalares por DVHA**			**N° de notificações de DVHA**		
			Parâmetros de qualidade de água para consumo humano								
			CT[a]	**E. coli[b]**	**Turbidez[c]**	**CT[a]**	**E. coli[b]**	**Turbidez[c]**	**CT[a]**	**E. coli[b]**	**Turbidez[c]**
Município	**Ano**	**N° de meses com coletas**	**Coeficiente de correlação de Pearson**								
Guaraí	2014	12	0,08	0,44	0,43	-0,38	-0,34	0,30	-0,37	-0,50	-0,13
	2015	12	**0,51**	-0,01	-0,25	0,00	-0,18	-0,25	0,03	-0,12	0,14
	2016	10	0,38	NA	-0,02	0,42	NA	-0,09	-0,44	NA	-0,17
	Todos	-	0,24	0,11	-0,11	0,07	-0,15	-0,23	-0,16	-0,10	0,48
Araguaína	2014	12	0,40	0,06	**0,73**	-0,03	-0,03	-0,50	0,22	0,05	**0,81**
	2015	12	0,02	-0,04	0,13	0,02	-0,34	0,50	0,23	-0,21	0,37
	2016	12	-0,13	-0,25	0,04	-0,19	-0,23	-0,26	0,13	-0,02	0,19
	Todos	-	0,13	-0,06	0,05	-0,13	-0,12	-0,17	0,16	-0,14	**0,57**
Araguatins	2014	11	-0,15	-0,41	-0,13	-0,14	-0,17	0,13	-0,37	-0,41	0,19
	2015	11	0,04	NA	-0,04	**0,53**	NA	0,07	-0,12	NA	**0,53**
	2016	9	0,40	0,19	0,26	-0,03	0,06	**0,75**	0,00	-0,29	-0,20
	Todos	-	0,40	0,30	-0,07	0,01	0,04	0,29	-0,31	-0,36	0,33

Correlações entre variáveis de inconformidades na qualidade da água para consumo humano e morbidade por Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar (DVHA), em municípios do Estado do Tocantins, 2014 a 2016.

(conclusão)

			Morbidade por DVHA								
			N° de casos de doenças diarreicas agudas			**N° de internações hospitalares por DVHA**			**N° de notificações de DVHA**		
			Parâmetros de qualidade de água para consumo humano								
			CT[a]	**E. coli[b]**	**Turbidez[c]**	**CT[a]**	**E. coli[b]**	**Turbidez[c]**	**CT[a]**	**E. coli[b]**	**Turbidez[c]**
Município	**Ano**	**N° de meses com coletas**	**Coeficiente de correlação de Pearson**								
Aguiarnópolis	2014	10	-0,38	NA	0,35	0,27	NA	-0,33	-0,11	NA	0,50
	2015	11	0,14	NA	0,12	-0,37	NA	0,02	0,22	NA	-0,07
	2016	10	-0,31	-0,42	**0,57**	**0,85**	**1,00**	**-0,60**	-0,11	-0,17	0,01
	Todos	-	-0,17	-0,14	0,11	0,25	0,22	-0,11	0,05	-0,17	0,28
Araguanã	2014	10	-0,30	NA	**0,54**	0,11	NA	-0,21	0,27	NA	-0,17
	2015	11	0,17	0,28	-0,09	-0,36	-0,24	-0,10	-0,14	0,12	-0,28
	2016	6	-0,31	-0,32	-0,02	0,00	-0,40	0,50	-0,48	-0,76	-0,13
	Todos	-	0,02	0,16	0,31	-0,11	-0,15	-0,08	-0,05	0,00	-0,18

[a] N° de amostras fora do padrão de potabilidade para coliformes totais em amostras coletas em sistema de abastecimento de água

[b] N° de amostras fora do padrão de potabilidade para *Escherichia coli* em amostras em coletas em sistema de abastecimento de água

[b] Média geométrica da turbidez em amostras coletas em sistema de abastecimento de água

NA: Não se aplica