



AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO ASSOCIADO À OCORRÊNCIA DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ESTUDO DE CASO EM COMUNIDADE QUILOMBOLA

Ysabella de Paula dos Reis⁽¹⁾

Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenheira de Segurança do Trabalho, mestranda em Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas (PPGEAS), pesquisadora do projeto de extensão de Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás.

Nolan Ribeiro Bezerra⁽²⁾

Professora do Instituto Federal de Goiás – IFG, coordenadora do núcleo de saneamento do projeto de extensão de Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás.

Paulo Sérgio Scalize⁽³⁾

Professor da Universidade Federal de Goiás – UFG, coordenador projeto de extensão de Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Pedro II Q. 141 LT 40 – Jardim Nova Esperança – Goiânia - Goiás - CEP: 74465-140 - Brasil - Tel: +55 (62) 99134-9511 - e-mail: ysabella.eng@gmail.com.

RESUMO

O consumo de água não potável favorece doenças infecciosas e parasitárias de veiculação hídrica, o que altera as condições de vida e saúde das populações. Uma das situações mais preocupantes em relação a esse cenário, encontra-se nas áreas rurais, devido a dificultada de obtenção em políticas públicas e suas peculiaridades. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o risco microbiológico decorrente do consumo de água bruta sem tratamento, dos três Sistemas de Abastecimento de Água (SAA's) na comunidade dos Almeidas, que se encontra no Município de Silvânia-GO, com aproximadamente 41 famílias. Para isso, empregou-se a metodologia de Avaliação Quantitativa de Risco, utilizando como referência o indicador de contaminação fecal *Escherichia coli* (EC). A coleta de dados em duas visitas *in loco* em 2018 e 2019. Verificou-se que $92\% \pm 7,5\%$ dos domicílios são abastecidos pelos SAA's, sendo que 100% das amostras de água analisadas apresentavam EC, resultando em probabilidade de infecção com uma média de $1,1 \times 10^{-3}$ na rede de distribuição e $4,6 \times 10^{-2}$ no ponto de consumo. Esse resultado encontra-se em desacordo com o limite de Risco Tolerável de Infecção de $3,5 \times 10^{-5}$ utilizando o indicador de potabilidade da água de $1,0 \mu$ DALY. Esse cenário sinaliza condições favoráveis de doenças de veiculação aos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: saúde pública, Probabilidade de infecção, risco à saúde.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um dos fatores mais importantes para a promoção da saúde pública, uma vez que este contribui para prevenção de doenças de veiculação hídrica, parasitoses intestinais e infecciosas, como também previne a atração de vetores (IMADA *et al.*, 2016; STOLER *et al.*, 2021; WHO; UNICEF, 2017).

Segundo o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas não têm serviços de água potável, 4,2 bilhões não têm serviços de esgotamento sanitário e 3 bilhões não possuem instalações básicas para a higienização das mãos, sendo que a desigualdade no acesso aos serviços é mais crítica nas zonas rurais (WHO; UNICEF, 2017).

Situação similar é verificada no território brasileiro. De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural (BRASIL, 2019) dos 39.914.415 habitantes rurais aproximadamente 59,5% (mais de 23,6 milhões) não possuem acesso a água potável, 79,4% (mais de 31,5 milhões) não possui afastamento e tratamento adequado de seu efluente, 76,2% (mais de 30,3 milhões) não possuíam afastamento dos resíduos sólidos e 39,6% (mais de 15,7 milhões) não possuíam manejo adequado das águas pluviais.

Diante desse panorama, percebe-se que, embora o acesso a água potável e ao esgotamento sanitário seja um direito humano assegurado pela Organização das Nações Unidas (ONU) (WHO; UNICEF, 2017) e a universalização do acesso seja um princípio fundamental instituído na Lei nº 11.445 (BRASIL, 2020), grande

parcela populacional ainda não tem acesso a água potável segura e nem esgotamento, com destaque para a população residente em áreas rurais e remotas.

A exclusão desse direito favorece a obtenção de doenças infecciosas e parasitárias, tais como cólera, disenteria, hepatite, leptospirose, febre tifoide e paratifoide, entre outros, como também contribui para resultados mais severos do quadro da SARS-CoV-2 e suas variantes (STOLER *et al.*, 2021). Segundo WHO (2019) 41% das cargas de doenças globais, considerando a morbidade e mortalidade, de diarreia está associada ao consumo de água contaminada (WHO, 2019), sendo que mais de 290 mil pessoas morrem por ano. Segundo Sato e Waldman (2016) essas doenças prevalecem em áreas rurais e são conhecidas como endemias rurais, justamente pela dificuldade de acesso à água potável e às unidades de saúde.

Uma das razões para a precariedade desses serviços nas áreas rurais é o pouco investimento em políticas públicas nestas áreas, pois são, em sua maioria, voltados aos grandes centros urbanos, criando (CARNEIRO *et al.*, 2018). Ressalta-se que essa situação se tornou mais crítica na pandemia, uma vez que grande parte dos recursos foram destinados ao combate do SARS-CoV-2. Esse cenário caracteriza uma situação de vulnerabilidade social e ambiental, o que altera as condições de vida e saúde das populações do campo e da floresta (CARNEIRO *et al.*, 2018).

Diante das especificidades das áreas rurais, tais como isolamento político e geográfico da sede municipal; distribuição geográfica com área de difícil acesso; limitação financeira ou de pessoal; déficit de e ainda, de participação e envolvimento social. Assim fica evidente a necessidade de avaliar os efeitos adversos à saúde das populações rurais e tradicionais. Estima-se que mais de 4,5 milhões das populações rurais pertençam aos povos e comunidades tradicionais (SILVA JUNIOR; SOUZA, 2009). De acordo com o Decreto nº 6.040 (BRASIL, 2007):

[...] Povos e Comunidades Tradicionais: grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. [...]. (BRASIL, 2007, art. 3º, inciso I).

Entre as comunidades encontram-se os povos indígenas, caiçaras, ribeirinhos, seringueiros, remanescentes quilombolas, entre outros. Segundo a Fundação Cultural Palmares estão registrados no território brasileiro 3.386 comunidades remanescentes quilombolas. 2796 comunidades remanescentes quilombolas. A região Centro-Oeste detém cerca de 5,4% dos territórios quilombolas do país, representando 152 comunidades, sendo 58 comunidades inseridas no estado de Goiás (BRASIL, 2021). As comunidades quilombolas, devido ao fator histórico, tendem a serem isoladas politicamente e geograficamente das sedes municipais e enfrentam mais dificuldades em obter acesso a políticas públicas de saúde e saneamento (FURTADO; PEDROSA; ALVES, 2014).

Diante disso, fica evidente a necessidade de avaliar os riscos à saúde decorrente da exposição das populações rurais ao consumo de água não potável é uma importante ferramenta para subsidiar a implementação de políticas públicas, investimento e projetos em comunidade rurais e tradicionais, garantindo o conforto, segurança ambiental e saúde a essas populações.

Tendo em vista o exposto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a probabilidade de infecção de grupos de populações expostas aos riscos microbiológicos associados a ingestão de água para consumo humano provenientes dos Sistemas de Abastecimentos de Água (SAA) em uma comunidade remanescente quilombola do estado de Goiás.

METODOLOGIA

➤ Área de estudo

A avaliação da probabilidade de um indivíduo adquirir infecção em função da ingestão de água para consumo humano proveniente dos sistemas de abastecimento de água foi realizada na Comunidade dos Almeidas, localizada a 60 km da área urbana do município de Silvânia, estado de Goiás. A comunidade possui cerca de

41 domicílios onde residem as famílias com 2,88 habitantes/domicílio, totalizando dessa forma 118 habitantes (SACLIZE *et al.*, 2021).

Segundo Ferreira (2021) a Comunidade dos Almeidas está inserida na bacia hidrográfica do ribeirão São Sebastião, sendo que parte importante dos corpos hídricos está localizada em áreas de vegetação nativa, contudo, há também corpos hídricos em áreas de pastagens e, em alguns casos, em áreas agrícolas. A comunidade possui uma Unidade Básica de Saúde da Família (USBF), uma igreja e três Sistemas de Abastecimentos de Água (SAA's) simplificados sem nenhum tratamento, a partir de captação de água subterrânea realizada por meio de poço tubular profundo, onde 88% (77,7% - 93,9%) domicílios utilizam apenas essa fonte, sendo em média 54,5% atendido pelo SAA1 e SAA2 que se encontram no núcleo da comunidade e 45,5% pelo SAA3 que se encontra a aproximadamente a 4 km do núcleo (SCALIZE *et al.*, 2020a).

➤ Estimativa da Probabilidade de Infecção

A metodologia adotada nesta pesquisa foi do tipo pesquisa quantitativa, experimental observacional e analítica de corte transversal com avaliação dos comportamentos/attitudes de risco à saúde e probabilidade de infecção associada ao consumo de água potável. Para isso, a metodologia foi dividida em três etapas, sendo elas: i) caracterização das condições de saúde e saneamento da comunidade de estudo; ii) a vulnerabilidade da fonte de captação subterrânea, e; iii) determinação dos riscos. A seguir será discutido como foram realizadas cada etapa.

- Caracterização das condições das infraestruturas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, hábitos de higiene e condições de saúde

Para caracterização das condições das infraestruturas de abastecimento de água, hábitos de higiene e condições de saúde utilizou-se os dados oriundos do projeto “Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás (SanRural)”, desenvolvido pela Universidade Federal de Goiás e financiado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), do qual os autores fazem parte. Os dados foram coletados *in loco*, no período de 2018 e 2019, por meio de oficinas com os moradores, aplicação de formulários para levantamento das condições de saneamento, saúde, habitação, higiene e percepção dos moradores em 25 domicílios e *checklists* para coletar informações sobre infraestrutura coletiva e análise da água, exames de sangue e fezes (SCALIZE *et al.*, 2020). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, sob o protocolo nº 2.886.174/2018.

- Avaliação da vulnerabilidade do aquífero

Para a análise da vulnerabilidade do aquífero utilizou-se o método GOD (*G –groundwater hydraulic confinement; O – overlaying strata; D – depth to groundwater table*), pois este contempla parâmetros que influenciam na vulnerabilidade, sendo eles: o grau de confinamento do lençol freático (livre, confinado, semi-confinado), a litologia da zona vadosa e camadas confinantes e profundidade do lençol freático (espessura da zona vadosa) (KEMERICH *et al.*, 2011; MAIA; CRUZ, 2011). Para estimar a vulnerabilidade é utilizada a Equação 1.

$$\text{Vulnerabilidade do aquífero} = G.O. D \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo: G - grau de confinamento; O - litologia e o grau de consolidação da cobertura, e; D - profundidade da superfície freática. Os resultados são expressos em valores que varia de 0 (baixa vulnerabilidade) a 1 (extremamente vulnerabilidade) representando o grau de vulnerabilidade (MAIA; CRUZ, 2011).

Para a determinar os índices de GOD foi utilizada informações sobre as profundidades dos poços levantadas por Scalize *et al.* (2020a), e dados por Ferreira (2021) para estabelecer a litologia da área estudada, onde foram considerados os graus de importância de cada elemento conforme a demonstra a Figura 1 (FOSTER; HIRATA, 1998).



- Determinação dos riscos de infecção de *Escherichia coli* em água para consumo humano

Para o cálculo da probabilidade de um indivíduo adquirir uma infecção microbiológica por meio do consumo de água proveniente das fontes de abastecimento coletivo utilizou-se a Avaliação Quantitativa de Riscos Microbiológicos (AQRM). A AQRM foi desenvolvida de acordo com as etapas preconizadas por Haas, Rose e Gerba (2014), sendo elas: i) identificação do perigo; ii) avaliação da exposição; iii) avaliação da dose-resposta; e, (iv) caracterização do risco.

i) Identificação do perigo

Os agentes perigosos ou ‘patógenos-referência’ selecionados devem possuir maior ocorrência ou importância no meio analisado, pois esses podem ser utilizados no monitoramento (OMS, 2016). Sendo assim, o ‘patógeno-referência’ selecionado neste estudo pertence ao grupo bacteriológico, sendo a *Escherichia coli* (EC). A EC foi selecionada como referência pois apresenta diversos sorotipo patogênicos ao homem e possui como principal reservatório os bovinos (BUSH; SCHMIDT; VAZQUEZ-PERTEJO, 2020), considerados uma das maiores atividades pecuaristas do país (IBGE, 2020). Além disso, este microrganismo é considerado indicador de contaminação fecal (WHO, 2006).

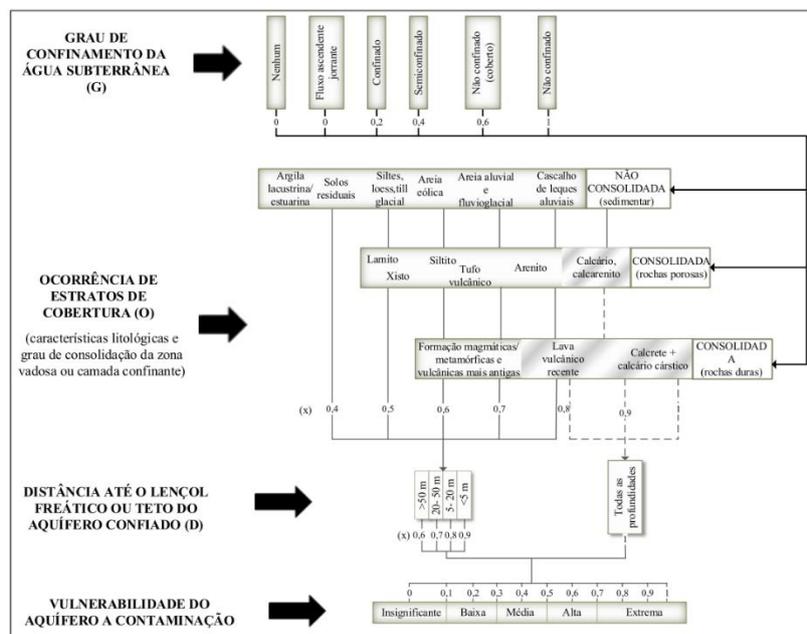


Figura 1: Avaliação da vulnerabilidade pela metodologia GOD

Fonte: Adaptado de FOSTER *et al.*, (2002; FOSTER *et al.*, 2006 apud PINHEIRO *et al.*, 2015, p.70).

ii) Avaliação da exposição

A avaliação da exposição representa um sistema de interação entre o agente perigoso e as populações expostas para criar um perfil de exposição, caracterizando o cenário de risco, uma vez que é necessário identificar: i) possíveis fontes de contaminações; ii) transporte e concentrações do agente perigo no compartimento ambiental analisado; iii) via de exposição (inalação, ingestão e contato dérmico), e; iv) populações potencialmente expostas (HAAS; ROSE; GERBA, 2014).

Para a construção do cenário de risco, foi utilizado o diagrama de fluxo, determinando o do cenário de risco situacional da comunidade. É importante mencionar que, neste estudo, foi considerada apenas o compartimento ambiental proveniente dos SAA's. Para determinar as concentrações do agente perigoso foram utilizados os dados coletados em fevereiro de 2019 pelo projeto SanRural que realizaram amostragem de água na rede de distribuição e nos pontos de consumo (após o reservatório domiciliar), totalizando 42 amostras.



Destas foram selecionadas 38 amostras, expressando os domicílios que utilizam como fonte de abastecimento os SAA's.

Os parâmetros utilizados para verificação da qualidade física e microbiológica da água foram cor aparente, turbidez e bactéria heterotrófica (BH) em conformidade com o *Standard Methods* (APHA, AWA, WEF, 2012). Além disso, foram analisadas as concentrações de coliformes totais (CT) e EC utilizando o teste rápido *Colilert*, seguindo as instruções do fabricante (INDEXX®). As amostras de água foram preservadas conforme o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras e a análise foi realizada no Laboratório de Análises de Águas (LANA) da Universidade Federal de Goiás (APHA; AWWA; WEF, 2012; CETESB, 2011).

Os resultados obtidos foram sistematizados e avaliados a fim de evitar erros sistemáticos. Após a checagem dos dados, estes foram analisados conforme a Portaria nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021a).

Vale mencionar que para o cálculo do risco as concentrações de *E. coli* <1 NMP. 100mL⁻¹, adotou-se concentrações do limite de detecção do equipamento, sendo de 1 NMP. 100mL⁻¹ (INDEXX®, 2019), conforme orientação da EPA (2021).

Em relação a via de exposição foi considerada apenas a ingestão de água proveniente dos SAA's, sendo que a população exposta eram os consumidores.

iii) Avaliação da dose-resposta

A dose-resposta representa a probabilidade de efeitos adversos a saúde da população exposta, estimadas por modelos matemáticos. Foram adotados os modelos propostos por Haas, Gerba e Rose (2014) para: i) estimar o número de organismos patogênicos ingeridos por indivíduos em um evento de exposição por meio da concentração dos patógenos encontrados na rede de distribuição e no ponto de consumo (Equação 2); ii) probabilidade de infecção diária do patógeno-referência por meio do modelo matemático *Beta-Poisson* (Equação 3), e; iii) risco anual de infecção (Equação 4).

$$d = \frac{N}{Tr} \cdot 10^{-R} \cdot V \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: d - dose de patógeno ingerida a cada evento de exposição; N - concentração do patógeno na água bruta (número de organismos L⁻¹), determinada pela amostragem de água; Tr - taxa de recuperação do método de quantificação do patógeno (%), sendo de 99% (INDEXX®, 2019); V - consumo per capita diário de água de 2 L.d⁻¹ (WHO, 2006), e; R - remoção de patógenos no tratamento de água (log), sendo considerado igual a log1, pois na comunidade não existia tratamento de água e, portanto, não possuía remoção de EC.

$$P_I(d) = 1 - \left[1 + \left(\frac{d}{N_{50}} \right) \cdot (2^{1/\alpha} - 1) \right]^{-\alpha} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde: $P_I(d)$ - probabilidade de infecção para uma única exposição; d - número de organismos ingeridos por exposição, obtido pela Equação 2; N_{50} - dose infectante média, sendo de $8,6 \times 10^7$ (HAAS; GERBA; ROSE, 2014), e; α - parâmetros característicos da interação agente-hospedeiro, sendo 0,1778 (HAAS; GERBA; ROSE, 2014).

$$P_{I(A)}(d) = 1 - [1 - P_I(d)]^n \quad \text{Equação (4)}$$

Onde: $P_{I(A)}(d)$ - probabilidade anual de infecção decorrente de n exposições à mesma dose (d); $P_I(d)$ - probabilidade de infecção para uma única exposição, obtido pela Equação 3, e; n - número de exposições por ano, sendo considerado de 365 dias, pois a exposição ao evento de ingestão de água é diária.

iv) Caracterização do risco

A caracterização do risco permite determinar se o patógeno é capaz de provocar algum efeito adverso à saúde por meio de comparação dos níveis considerados como tolerável. Em função de não existir um valor limite no Brasil, empregou-se o Risco Tolerável de Infecção (RTI) de $6,6 \times 10^{-5}$ pessoa por ano (carga de infecção

provocadas pelo patógeno da EC deve ser no máximo de 6,6 pessoas a cada 10.000 habitantes), utilizando a diretriz essencial para a análise da potabilidade da água proposta por WHO (2011) de 1,0 μ DALY e parâmetros característicos de probabilidade de infecção-doenças da EC indicadas por Havelaar *et al.* (2003) e Gaunt *et al.* (2011). A partir dos resultados foi possível propor medidas que possuem o intuito de minimizar a exposição dos indivíduos ao patógeno.

3 RESULTADOS

- Caracterização das condições das infraestruturas de abastecimento de água, hábitos de higiene e condições saúde

A principal fonte de água da Comunidade dos Almeidas era realizada por três Sistemas de Abastecimento de Água (SAA's) distintos, apresentados no Mapa 1 com as espacializações dos pontos de captações (F), reservatórios para abastecimento (R), assim como as fontes utilizadas pelos domicílios na comunidade. Cada sistema era composto por um poço tubular profundo, sendo que a sucção era realizada por um conjunto moto-bomba. A água captada, de cada sistema, era destinada a um reservatório de chapa metálica de aço carbono ASTM 36 com capacidade de 50m³ cada (SCALIZE *et al.*, 2020a).

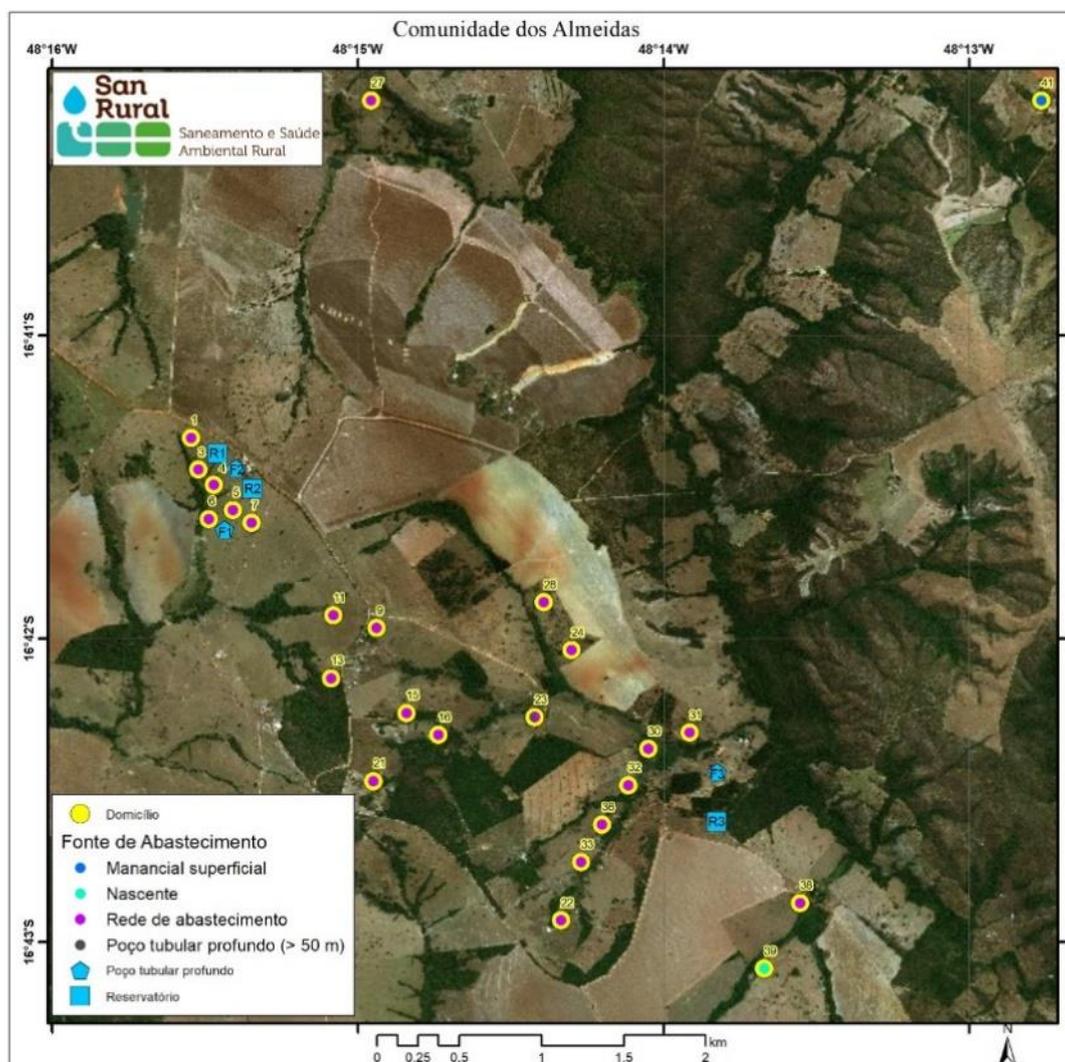


Figura 2: Mapa da distribuição espacial das fontes de abastecimento de água utilizadas para ingestão pela Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2018 Avaliação da vulnerabilidade pela metodologia GOD

Fonte: Scalize *et al.* (2021a).

Em relação aos dispositivos de proteções, foi observado, que apenas os poços F1 e F3 (Mapa 1) encontravam-se cercados e em boas condições. Em relação aos reservatórios todos encontravam-se devidamente tampados e apresentavam estruturas em bom estado de conservação (SCALIZE *et al.*, 2020a). No entanto, foi averiguado que não eram identificadas ou realizadas medidas preventivas como limpeza e manutenção. É importante mencionar que o reservatório coletivo de água (R1), abastecido pelo poço F1, não estava protegido por cercas, muros ou portão, possibilitando a entrada de animais e de pessoas não autorizadas (SCALIZE *et al.*, 2020a).

A água armazenada era distribuída por meio de rede, constituída com material de polietileno de alta densidade (PEAD), com 13 km de extensão, sendo que não possui limpeza e nem manutenção preventiva (SCALIZE *et al.*, 2020a).

No que diz respeito as condições de armazenamento da água, dos domicílios que eram abastecidos pelo SAAs, 82% possuíam reservatórios, sendo que, em média, 50% dos moradores realizavam a limpeza semestral dos reservatórios, porém, apenas 14% realizavam a higienização de forma adequada, conforme orientação da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2015; SCALIZE *et al.*, 2020a).

Foi observado que nenhum morador realizava desinfecção da água, no entanto, 9% realizam tratamento intradomiciliar da água (filtração e fervura) antes de utilizá-la para higienização de frutas/ verduras e legumes e, aproximadamente, 78%, utilizavam filtro cerâmico para tratar a água antes de ingeri-la, porém, apenas 13% realizavam a limpeza de modo adequado. Em relação aos hábitos de higienização das mãos foi informado que 65% e 68% dos moradores sempre lavavam as mãos, com água e sabão, após o uso do banheiro e antes dos preparos de alimentos, respectivamente (PAGOTTO *et al.*, 2021; SCALIZE *et al.*, 2021).

Destaca-se que 88,0% (77,7% - 93,9%) dos moradores informaram a existência de criação animais no lote, sendo que 27,3% (17,1% - 40,5%) eram criados livremente, ou seja, sem confinamento. Constatou-se a presença de excretas animais em 56,0% (43,7% - 67,6%) dos domicílios, sendo que 30,4% (20,0% - 43,3%) dos moradores não realizam nenhum manejo das excretas. Além disso, os efluentes gerados nas estruturas de confinamentos eram lançadas diretamente no solo. No que tange ao efluente doméstico 92,0% (82,6% - 96,5%) dos domicílios utilizavam fossas rudimentares como destinação e 8,0% (3,5% - 17,4%) lançavam os efluentes diretamente no solo ou em corpos hídricos (SCALIZE *et al.*, 2020a).

Em relação à saúde dos moradores, foi identificado que 16% dos domicílios relataram a ocorrência de diarreia e 36,4% dos moradores declararam a existência de casos na comunidade. Quanto às doenças autorreferenciadas transmissíveis, não foram relatados casos de dengue, Zika, Chikungunya, febre amarela, maio o vírus (MAYV), leishmaniose e doença de chagas na comunidade (PAGOTTO *et al.*, 2021). Da mesma forma, doenças como hepatite A ou E, leptospirose, esquistossomose, teníase, ascariíase não foram relatadas pelos residentes. Com relação as doenças diagnósticas pelos profissionais de saúde constatarem-se, em média, 23,6% dos moradores tem hipertensão arterial sistêmica, 22,2% hipercolesterolemia, 8,3% diabetes mellitus, 6,9 % depressão, 4,2% obesidade, 1,4% câncer, 1,4% insuficiência renal e 1,4% toxoplasmose (PAGOTTO *et al.*, 2021).

Quanto à autopercepção foi identificado que 77,3%, 58,3%, 60,9% e 37,5% das famílias da comunidade não consideravam existir uma correlação positiva entre a aquisição de doenças e o consumo de água, esgoto, drenagem e resíduos, respectivamente (SCALIZE *et al.*, 2020b).

➤ Avaliação da vulnerabilidade dos poços

Os três poços estão localizados em uma área de litologia metamórfica, com textura franco-arenosa ou mais argilosa, com relevo, em sua maioria, suave ondulado (FERREIRA, 2021). Os poços (F1 e F2, dos SAA1 e SAA2) possuem 110 metros de profundidade e o poço (F3, do SSA 3) 117 metros (SCALIZE *et al.*, 2020a), sendo considerados aquíferos semi-confinados, com terreno suave ondulado, formados por solos residuais (FERREIRA, 2021).

De acordo com a avaliação da vulnerabilidade do aquífero pelo método de GOD, a probabilidade de contaminação da água foi de 9,6% (0,096) para ambos os poços (Tabela 1), sendo considerada insignificante, ou seja, a probabilidade de que o aquífero esteja contaminado por uma carga poluidora é muito baixa.

**Tabela 1: Parâmetros para os cálculos das vulnerabilidades dos poços utilizados nos SAAs da Comunidade Quilombola dos Almeidas.**

Pontos / Critérios	G	O	d (m)	D(m)	GOD	Vulnerabilidade
P1	0,4	0,4	110	0,6	0,096	Insignificante
P2	0,4	0,4	110	0,6	0,096	Insignificante
P3	0,4	0,4	117	0,6	0,096	Insignificante

Legenda: d: profundidade do aquífero; P1: poço do SAA1; P2: poço do SAA2; P3: poço do SAA3.

Fonte: Autores.

➤ Qualidade da água

Os resultados das amostras coletadas na rede e no ponto de consumo se encontram na Tabela 2.

Para os parâmetros físicos verificou-se apresentavam valores dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2021a), com médias de 0,50uC e 0,32uC, 1,23 NTU e 1,21NTU, antes e após o reservatório. Em relação a qualidade microbiológica de Coliformes Totais (CT) em 100,0% estavam fora dos limites exigido pela Portaria nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021a). No que diz respeito a *E. coli* (EC) 36,4% e 57,1% das amostras, antes e após o reservatório, respectivamente, estavam fora do padrão de potabilidade. Em relação a bactérias heterotróficas (BH) apenas 23,8% das amostras após passagem pelos reservatórios encontravam-se acima de 500 UFC/mL.

Tabela 2: Resultados das análises físicos e microbiológicos da água na rede de distribuição e no ponto de consumo dos domicílios que utilizavam os SAA's.

P	T (NTU)		Cor aparente		CT (NMP/100ml)		EC (NMP/100ml)		BH (UFC/mL)	
	RD	RC	RD	RC	RD	RC	RD	RC	RD	RC
3	0,21	0,22	0,8	0,5	23,1	45,70	<1	<1	3	51,00
4	0,19	0,17	0,5	0,4	28,8	31,8	<1	<1	28	27,00
5	NR	0,22	NR	0,4	NR	191,8	NR	<1	NR	39,00
6	0,16	0,14	0,2	0,6	22,8	21,3	<1	<1	66	11,00
7	1,86	0,18	3,2	0,2	56,5	>2419,6	<1	866,4	205	>500
9	0,16	0,16	0,4	0,4	93,3	93,3	3,1	3,1	28	28
11	0,13	0,13	0,4	0,4	90,9	90,9	2,00	2,0	42,00	42,00
13	0,24	0,16	1	0,6	>2419,6	80,5	3,1	4,1	>500	102,00
15	0,16	0,23	0,3	0,6	90,6	95,90	3,1	6,3	13	63,00
16	0,15	0,15	0,3	0,3	90,8	90,8	2	2,0	34	34
21	0,21	0,23	0,3	0,5	111,9	328,2	1	88,8	79	>500
22	0,42	0,35	1,4	1,8	344,8	613,10	1	16,8	64	330,00
23	0,45	0,87	2,4	6,1	1	980,40	<1	12,1	33	>500
24	0,13	0,13	0,3	0,3	101,7	101,7	<1	<1	73	73
28	0,18	0,21	0,4	0,4	6,30	>2419,60	<1	<1	3,00	90,00
30	3,28	0,83	6,7	1,5	387,3	188,10	<1	14,8	425	60,00
31	0,27	0,32	0,6	1,9	151,5	122,20	<1	<1	21	393,00
32	0,18	0,28	1	1,4	2	4,1	<1	<1	23	226
33	0,55	0,33	1,6	1,1	191,8	133,3	<1	<1	33	>500
36	NR	0,42	NR	1,1	NR	126,6	NR	20,3	NR	240,00
38	0,52	1,01	1,5	5	156,50	461,10	<1	31,8	33,00	>500

Nota: P – Identificação do domicílio; T – turbidez; CT – coliformes totais; EC – *E. coli*; BH – bactérias heterotróficas; RD – na rede de distribuição; RC – após o reservatório domiciliar.

Ressalta-se que as amostras foram coletadas pontualmente, não sendo possível traçar um padrão da água dos aquíferos utilizados pela comunidade na região estudada.

➤ Cenário de risco situacional

Com base nos dados de caracterização das condições das infraestruturas de abastecimentos de água, vulnerabilidade dos poços, costumes e hábitos da população foi realizado o cenário de risco situacional geral dos SAA's apresentado na Figura 3.

➤ Probabilidade de infecção

Levando em consideração as concentrações de EC na água distribuída e no ponto de consumo, foram calculados os riscos de infecções diárias e anuais, assim como os anos de vida perdidos ajustados por incapacidade para os consumidores da comunidade, conforme as equações 2, 3, 4 e 5, com os resultados presentes na Tabela 3.

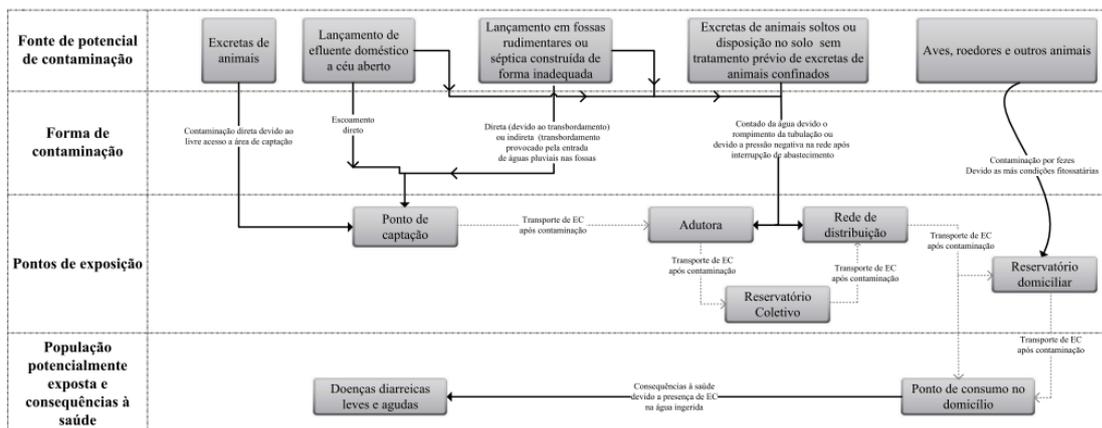


Figura 3: Fluxograma 1 do Cenário situacional das principais fontes de abastecimento de água, rota e via de exposição do patógeno-referência

Tabela 3: Cálculo da dose, probabilidade de infecção diária e anual, e DALY da população exposta devido à ingestão da água dos SAA's com a presença de *E. coli*.

Ponto	D (NMP.d ⁻¹)		PI(d)		PI(a)	
	RD	RC	RD	RC	RD	RC
3	20	20	2,0 x 10 ⁻⁶	2,0 x 10 ⁻⁶	7,4 x 10 ⁻⁴	7,4 x 10 ⁻⁴
4	20	20	2,0 x 10 ⁻⁶	2,0 x 10 ⁻⁶	7,4E-04	7,4 x 10 ⁻⁴
5	NR	20	-	2,0 x 10 ⁻⁶	-	7,4 x 10 ⁻⁴
6	20	20	2,0 x 10 ⁻⁶	2,0 x 10 ⁻⁶	7,4 x 10 ⁻⁴	7,4 x 10 ⁻⁴
7	20	17503	2,0 x 10 ⁻⁶	1,7 x 10 ⁻³	7,4 x 10 ⁻⁴	4,7 x 10 ⁻¹
9	63	NR	6,3 x 10 ⁻⁶	NR	2,3 x 10 ⁻³	NR
11	40	NR	4,0 x 10 ⁻⁶	NR	1,5 x 10 ⁻³	NR
13	63	63	6,3 x 10 ⁻⁶	6,3 x 10 ⁻⁶	2,3 x 10 ⁻³	2,3 x 10 ⁻³
15	63	40	6,3 x 10 ⁻⁶	4,0 x 10 ⁻⁶	2,3 x 10 ⁻³	1,5 x 10 ⁻³
16	40	NR	4,0 x 10 ⁻⁶	NR	1,5E x 10 ⁻³	NR
21	20	83	2,0 x 10 ⁻⁶	8,3 x 10 ⁻⁶	7,4 x 10 ⁻⁴	3,0 x 10 ⁻³
22	20	127	2,0 x 10 ⁻⁶	1,3 x 10 ⁻⁵	7,4 x 10 ⁻⁴	4,6 x 10 ⁻³
23	20	40	2,0 x 10 ⁻⁶	4,0 x 10 ⁻⁶	7,4 x 10 ⁻⁴	1,5 x 10 ⁻³
24	20	NR	2,0 x 10 ⁻⁶	NR	7,4 x 10 ⁻⁴	NR



28	20	1794	$2,0 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$	$6,3 \times 10^{-2}$
30	20	339	$2,0 \times 10^{-6}$	$3,4 \times 10^{-5}$	$7,4 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-2}$
31	20	244	$2,0 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-5}$	$7,4 \times 10^{-4}$	$8,9 \times 10^{-3}$
32	20	20	$2,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$7,4 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$
33	20	6214	$2,0 \times 10^{-6}$	$6,2 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-1}$
36	NR	299	NR	$3,0 \times 10^{-5}$	-	$1,1 \times 10^{-2}$
38	20	20	$2,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$7,4 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$
Média	28	1581	$2,8 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-6}$	$4,6 \times 10^{-6}$

Nota: P – ponto; d - dose de E.coli ingerida a cada evento de exposição; PI (d) - probabilidade de infecção para uma única exposição; PI (A) - probabilidade anual de infecção; NR – amostra não realizada.

DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento observou-se nas proximidades dos poços a existência de fontes de contaminação, tais como disposição no solo e queima de resíduos sólidos, fossas rudimentares e excretas animais. Entretanto, essas fontes não foram capazes de alterar a qualidade da água nos pontos de captações no período avaliado, tendo em vista que possuem baixa carga poluidora. Além disso, o lençol freático possui um grau de confinamento com alta profundidade o que possibilita a “filtração natural” de contaminantes pelo solo (BARBOSA *et al.*, 2009).

Estudos realizados em comunidades rurais e tradicionais constataram que a contaminação das fontes de abastecimentos por EC eram maiores em poços superficiais (GIATTI *et al.*, 2007; SCALIZE *et al.*, 2014). Estes fatos, juntamente com a litologia do solo e o grau de confinamento do lençol freático, confirmam que a vulnerabilidade do aquífero na região de estudo é insignificante

Apesar disso, é de suma importância que a área onde se encontram os poços sejam cercadas e identificadas para impedir o acesso de animais e descarte incorreto de resíduos ou efluentes na área de captação, evitando, portanto, a contaminação da água ao chegar na superfície (VIEIRA *et al.*, 2020).

Constatou-se que os SAA's que fornecem água para a comunidade não realizavam processo de desinfecção, conforme exigido pela Portaria nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021a). Esse processo é um fator importante para a desativação ou inativação de microorganismos e patógenos, fornecendo uma água segura para o consumo, podendo colorar em risco à saúde dos moradores. Nos resultados dos parâmetros físicos (Tabela 2) é possível observar que, em relação a cor aparente, todas as amostras estão em conformidade estabelecido por Brasil (2021a). Em relação a turbidez 21,0% e 14,3% das amostras na rede de distribuição e no ponto de consumo estavam em acima de 0,5 NTU.

Em relação aos parâmetros microbiológicos (Tabela 2) todos os resultados amostrados se encontravam acima dos valores estabelecidos por Brasil (2021a). Foi verificada a presença de EC, CT e BH na rede de distribuição com concentrações médias de $1,4 \text{ NMP.100mL}^{-1}$, $230,0 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ e $89,8 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ respectivamente. Os resultados encontrados podem ser justificados pela ausência de desinfecção, manutenção e limpeza preventiva na rede. Destaca-se que a presença de CT e BH são indicativos de sérios problemas higiênicos (ROCHA *et al.*, 2010).

Em relação as condições microbiológicas no ponto de consumo (após passagem pelo reservatório domiciliar) observou-se uma piora na qualidade da água, sendo que as concentrações médias de EC, CT e BH foram de $411,4 \text{ MP.100mL}^{-1}$, $65,9 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ e $113,1 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ respectivamente (Tabela 2). Resultado similar foi identificada por Freire (2012) nos domicílios da região metropolitana da cidade de Recife – PE que constatou uma piora na qualidade da água após passagem pelos reservatórios domiciliares. De acordo com Drewes e Fox (2000) a ausência de conscientização da população é o principal motivo para a inadequação dos cuidados com os reservatórios, o que aumenta significativamente o risco à saúde dos usuários.

Observou-se, que os moradores da comunidade compreendem a importância da limpeza dos reservatórios, mas, apenas 50% dos domicílios realizavam a limpeza com periodicidade (BRASIL, 2018). De maneira geral, verificou-se que as famílias da comunidade não entendem a necessidade das boas condições físicas dos reservatórios, pois estavam em condições precárias, sendo que alguns apresentavam marcas de

transbordamento, formação de lodo no exterior das tubulações de entrada e saída dos reservatórios e possuíam tampas amarradas com arame. Esses fatores potencializam a piora da qualidade da água armazenada, pois existe a contaminação por conta do lodo formado e mudanças nos aspectos da água, como cor, odor ou sabor (BATES, 2000; BRASIL, 2018; BJÖRNSEN *et. al.*, 1998).

De acordo com os resultados demonstrados na Tabela 3 a dose média ingerida de EC, considerando o consumo de 2 L.d⁻¹, na rede de distribuição é superior ao do ponto de consumo. Apesar disso, probabilidade de infecção diária e anual é maior para os consumidores após a passagem da água no reservatório. As situações mais críticas que potencializaram a probabilidade de infecção anual ocorreram nos pontos 7, 28 e 33 após a passagem da água pelos reservatórios domiciliares. Verifica-se que 57,1% dos domicílios mantiveram a probabilidade de infecção anual antes e após o reservatório domiciliar. É importante ressaltar que todos os domicílios se encontravam acima do Risco Tolerável de Infecção (RTI) de $3,5 \times 10^{-5}$ adotado neste estudo.

Vale destacar que 78,0% dos habitantes informaram utilizar filtro como tratamento intradomiciliar da água. Estudo realizado por Hora *et al.* (2017), demonstrou que os riscos sanitários estimados para consumo de água, porém para água de chuva com exposição a *Campylobacter*, descairiam utilizando boas práticas, como o desviador de água da chuva e o filtro de água de cerâmica. Outro estudo verificou que os riscos podem ser reduzidos com medidas simples de higiene e qualificação de sistemas de abastecimentos de água, reduzindo de 45,1% para 35,4% o risco de quadro de diarreia por consumo de água contaminada por EC (IMADA *et al.*, 2016).

Destaca-se que os resultados da presente pesquisa não significam risco devido ao patógeno EC, já que o método utilizado detecta o indicador de contaminação fecal, uma vez que existe uma dificuldade na quantificação da EC patogênica (GARCIA *et al.*, 2008). Além disso, Bastos e Bevilacqua (2006) explicitam que a exposição a população a situações de perigos físicos, químicos e microbiológicos não significa que haverá ocorrência do efeito (risco real de uma pessoa contrair doença). Segundo esses autores, para que isso ocorra é necessário a combinação de diversos fatores relacionados, entre eles: a característica dos patógeno; a exposição em termos de duração e intensidade e às populações expostas em termos de suscetibilidade, estado imunológico, dentre outros.

Vale destacar que o método utilizado nesta pesquisa não levou em consideração suscetibilidade, estado imunológico dos indivíduos expostos. Assim, para confirmar se a probabilidade de infecção estimada é real, deve-se analisar a presença do patógeno na população.

No entanto, os resultados da presente pesquisa indica a contaminação fecal e riscos associados a presença de outros patógenos de veiculação hídrica (WHO, 2006) e podem sinalizar condições favoráveis de novos episódios diarreicos nos habitantes da Comunidade dos Almeidas, sobretudo em crianças, idosos e imunodeficientes por terem um sistema imunológico que não funcione ativamente, razão pela qual possuem maior susceptibilidade de infecção por algum parasita, como demonstrado por estudos realizados por Busato *et al.* (2014), Focchesatto *et al.* (2015) e Soares *et al.* (2014).

Ferrer e Klein (2016) constatou que a autopercepção das pessoas sobre o a relação de se adquirir doenças relacionadas com a água contribui para intervenções e mudanças de seus comportamentos para promover melhoria em sua saúde. Foi verificado que grande parte da população da comunidade não considera que o saneamento pode ser responsável por alguma doença, especialmente a água. Resultados semelhantes foi encontrado no estudo realizado por Ravindra, Mor e Pinnaka (2019) em que 79% dos entrevistados, da zona rural de Chandigarh, indicaram a inexistência causal entre o consumo de água e doenças de veiculação hídrica.

Estudo realizados por Anthony, Githinji e Kistemann (2018) na área rural na África identificou mudanças de hábitos após compreensão dos riscos que estavam expostos. Em vista disso, foram propostas medidas que possam controlar e eliminar, a curto e médio prazo, o risco microbiológico, da EC e outros patógenos que podem ser transmitidos pela ingestão de água contaminada, junto à comunidade (OMS, 2016). Estudos realizados por Imada *et al.* (2016) e Kundu *et al.* (2018) demonstram que risco de quadros de diarreia pode ser reduzido com práticas simples, tais como lavar as mãos com água e sabão, reduzindo 48,0% o risco de diarreia; melhorar a qualidade da água, reduzindo 17,0% quadros diarreicos, e pode-se reduzir o risco, caso seja realizada a higienização correta dos alimentos.

Em razão disso, foi realizado uma oficina juntamente com os moradores da comunidade com intuito de repassar alternativas de tratamento intradomiciliar da água, respeitando as condições físicas, econômicas e



sociais local. As soluções apresentadas foram: i) fervura da água; ii) desinfecção solar; iii) cloração da água utilizando hipoclorito de sódio (2,5%); iv) coar a água, e ii) utilizar filtro cerâmico.

Foram repassados, também, procedimentos e informações sobre limpeza e manutenção dos reservatórios e filtros cerâmicos, higienização das mãos, lavagem de frutas e legumes e vermicompostagem. Percebeu-se que grande parte dos moradores não possuíam noções sobre os procedimentos corretos de lavagens dos filtros cerâmicos e caixa d'água e nem sobre a higienização das frutas, verduras e legumes e lavagens das mãos.

Além de ações de controle propostas para os moradores, é necessário adotar medidas de controle, conforme às exigências previstas na Portaria nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021a). As medidas propostas representam múltiplas barreiras, ou seja, são ações adotadas com a finalidade de prevenir a contaminação do indivíduo pela ingestão da *E.coli*. Sendo essas medidas adotadas pelos gestores e moradores, o ciclo de contaminação é rompido e os índices de acometimentos de episódios diarreicos, assim como doenças e infecções de veiculação hídrica, tenderão a limites baixos aproximando-se de um cenário ideal onde a probabilidade de infecção diária ou anual poderá ser nula.

CONCLUSÃO

Este estudo buscou avaliar a probabilidade de infecção de grupos de populações expostas aos riscos microbiológicos associados à ocorrência do consumo de água para fins potáveis provenientes do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) na comunidade remanescente quilombola dos Almeidas em Silvânia - Goiás. Observou-se que o aquífero utilizado como fonte de captação apresentava vulnerabilidade insignificante o que permite dizer que a fonte de captação pode ser considerada segura.

Ficou evidenciado que o risco de prevalência de doenças transmissíveis devido à ingestão de água torna mais crítica após a passagem da água pela reservação domiciliar, pois sua qualidade obtém uma piora pelas condições físicos-sanitárias dos reservatórios.

Essa situação pode ser explicada pela ausência de informações sobre a importância e relação do saneamento com saúde. O repasse de dados e informes sobre procedimentos e relevância de ações para minimizar a contaminação do meio ambiente e da água utilizada para fins potáveis, assim como medidas para evitar a proliferação de vetores, resultaram na conscientização sobre a importância da destinação e manejo adequado dos seus efluentes, resíduos e água pluviais e sobre sua relação com sua saúde.

Esta consciência configura no empoderamento da comunidade, ou seja, possibilita a aquisição da emancipação individual e consciência coletiva para a tomada de decisões necessárias com intuito de promover melhorias na saúde, saneamento, segurança e conforto e, conseqüentemente, em suas condições de vida.

Os resultados obtidos no presente estudo sinalizam a existência de risco à saúde dos moradores da Comunidade dos Almeidas que utilizam água proveniente dos SAAs, com níveis de risco acima do tolerável, indicando medidas corretivas.

Os resultados provenientes da avaliação quantitativa de risco microbiológico são importantes para subsidiar e incentivar os gestores a atuarem preventivamente na proteção da saúde. Para estudos futuros na comunidade quilombola dos Almeidas recomenda-se avaliações mais detalhadas, analisando pelo menos um “patógeno-referência” pertencentes a outros grupos dos vírus, bactérias e protozoário, como também, avaliar os riscos químicos existentes. Com isso, poderá ser elaborado um protocolo de saúde e boas práticas levando em consideração a realidade da comunidade em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTHONJ, C., GITHINJI, S., KITEMANN, T. The impact of water on health and ill-health in a sub-Saharan African wetland: Exploring both sides of the coin. *Science of The Total Environment*, v. 624, p. 1411-1420, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.232>.



2. APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.
3. BARBOSA, A. F., *et al.* Análise do tratamento de água residuária sintética em reator UASB seguido de filtro preenchido com solo natural. *Revista Tecnológica*, [recurso eletrônico], v. 18, n. 1, p. 53-67, 2009. ISSN 2447-2476. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/revtecnol.v1i18>.
4. BASTOS, R.K.X., BEVILACQUA, P. D. Normas e critérios de qualidade para reúso da água. In: FLORÊNCIO, L., BASTOS, R.K.X., AISSE, M.M. (Org.). *Tratamento e utilização de esgotos sanitários*. Rio de Janeiro: ABES, 2006, p. 17-62.
5. BATES, A. J. *Water as consumed and its impact on the consumer - do we understand the variables?*. *Food Chem. Toxicol.*, [recurso eletrônico], v. 38, p. 29-36, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(99\)00139-8](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(99)00139-8).
6. BJÖRNSEN, G. *et al.* *Concept for an integrative consideration of the drinking water and wastewater/sewage management*. *Wat. Sci. Technol.*, v. 37, p. 333-341, 1998.
7. BRASIL. Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico... *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 135, p. 1-2, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=16/07/2020&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=91>. Acesso em 20 de nov. 2021.
8. BRASIL. Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 144, n. 28, p. 316-317, 09 fev. 2007b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em 17 mai. 2018.
9. BRASIL. 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: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/marco/12/analise-indicadores-agua-10mar15-web.pdf>. Acesso em 15 mai. 2018
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. *Qualidade da água para consumo humano: cartilha para promoção e proteção da saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade_agua_consumo_humano_cartilha_promocao.pdf. Acesso em: 31 abr. 2019.
11. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Brasília: Funasa, 2019, 260 p.
12. BRASIL. Portaria GM/MS n. 888, de 04 de maio de 2021. Altera o anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 85, p. 126 - 137, 07 mai. 2021a. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/05/2021&jornal=515&pagina=126&totalArquivos=234>. Acesso em: 25 mar. 2021.
13. BRASIL. FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. *Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQ's)*, 2021. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/comunidades-remanescentes-de-quilombos-crqs>. Acesso em: 18 mai. 2019.



14. BUSATO, M. A. *et al.* Relação de parasitoses intestinais com as condições de Saneamento básico. *Revista Cienc. Cuid. Saúde, Maringá*, v. 13, n. 2, p. 357-363, 2014. ISSN 1984-7513. DOI: 10.4025/ciencucidsaude.v13i2.18371. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/18371>. Acesso em: 25 mar. 2019.
15. BUSH, L., SCHMIDT, C. E., VAZQUEZ-PERTEJO, M. T. Infecção por *Escherichia coli* O157:H7 e outras *E. coli* enterohemorrágicas (EHEC). Manual MSD – Versão para Profissionais de saúde, 2020. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infecciosas/bacilos-gram-negativos/infec%C3%A7%C3%A3o-por-o157-h7-e-outras-enterohemorr%C3%A1gicas-ehec>. Acesso em: 15 jan. 2022.
16. CARNEIRO, V. B. *et al.* Tecobé no Marajó: tendência de indicadores de monitoramento da atenção primária antes e durante o Programa Mais Médicos para o Brasil. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 7, p. 2413-2422, 2018. DOI: 10.1590/1413-81232018237.19052016.
17. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos*. São Paulo: CETESB, 2011. p. 326p.
18. DREWES, J. E., FOX, P. *Effect of drinking water sources on reclaimed water quality in water reuse systems*. *Water Environ. Res.*, [recurso eletrônico], v. 3, n. 72, p. 353-362, 2000. DOI: 10.2175/106143000X137581.
19. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Risk Assessment - Regional Guidance on Handling Chemical Concentration Data Near the Detection Limit in Risk Assessments*. [recurso eletrônico], 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/risk/regional-guidance-handling-chemical-concentration-data-near-detection-limit-risk-assessments>. Acesso em: 25 fev. 2022.
20. FERREIRA, N. C. Aspectos geográficos e ambientais. In: SCALIZE, P. S. (org). *Diagnóstico técnico participativo da Comunidade dos Almeidas: Silvânia – Goiás*: 2018. Goiânia: Cegraf UFG. E-book (220 p.). Coleção DTP Projeto SanRural, v. 48, cap. 3, p. 51 – 64, 2020.
21. FOCCHESATTO, A. *et al.* Fatores de risco e proteção para o desenvolvimento de doenças crônicas em população idosa rural do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 779-795, 2015. ISSN 1981-2256. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-9823.2015.14150>.
22. FOSTER, S., HIRATA, R. *Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data*. Lima: CEPIS-PAHO/WHO, 1998.
23. FREIRE, R. C. Qualidade da água nos reservatórios domiciliares na região metropolitana da cidade do Recife, Pernambuco. *J Manag Prim Health Care*, [recurso eletrônico], v. 3, n. 2, p. 102-105, 2012. Disponível em: <http://jmphc.com.br/jmphc/article/download/146/148/>. Acesso em: 10 jan. 2019
24. FURTADO; PEDROSA; ALVES, 2014
25. GAUNT, E.R., HARVALA, H., MCINTYRE, C., TEMPLETON, K.E., SIMMONDS, P. *Disease burden of the most commonly detected respiratory viruses in hospitalized patients calculated using the disability adjusted life year (DALY) model*. *Journal of Clinical Virology*, v. 52, n. 3, p. 215-221, 2011. DOI 0.1016/j.jcv.2011.07.017
26. GARCIA, P. M. *et al.* Detecção de *Escherichia coli* O157:H7 inoculada experimentalmente em amostras de leite cru por método convencional e PCR multiplex. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, [recurso eletrônico], v.60, n.5, p.1241-1249, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n5/29.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2019.



27. GIATTI, L. L. *et al.* Condições sanitárias e socioambientais em Iauaretê, área indígena em São Gabriel da Cachoeira, AM. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 6, dez. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000600032>.
28. HAAS, C. N., ROSE, J. B., GERBA, C. P. *Quantitative Microbial Risk Assessment*. 2 ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2014.
29. HAVELAAR, A.H., MELSE, J.M. *Quantifying public health risk in the WHO guidelines for drinking-water quality: a burden of disease approach*. Genebra: WHO, 2003. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/rivmrep.pdf. Acesso em: 19 abr. 2019.
30. HORA, J. *et al.* *Quantitative microbial risk assessment (QMRA) of campylobacter for roof-harvested rainwater domestic use*. In: *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*. 2017. p. 185.
31. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2020. [online], IBGE, 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 09 fev. 2022.
32. IMADA, K. S. *et al.* Fatores socioeconômicos, higiênicos e de saneamento na redução de diarreia na Amazônia. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 50, n. 77, p. 1-11, 2016. DOI:10.1590/S1518-8787.2016050006505.
33. INDEXX®. *Colilert*. Disponível em: <https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>. Acessado em: 10 mai. 2019. Kundu *et al.* (2018)
34. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. *Planejamento de segurança do saneamento: manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzas e dejetos*. [S.l.]: [recurso eletrônico], 2016. ISBN 978 92 4 854924 3.
35. PAGOTTO, V., GUIMARÃES, R. A., ROCHA, B. S., LIMA, J. O. R., SILVA, L. N., MAMED, S. N., SILVA, L. N., PEREIRA, C. C., SANTOS, M. A. Aspectos da saúde. In: SCALIZE, P. S. (org.). *Diagnóstico técnico participativo da Comunidade dos Almeidas: Silvânia – Goiás*: 2018. Goiânia: Cegraf UFG. E-book (220 p.). Coleção DTP Projeto SanRural, v. 48, cap. 5, p. 108 – 135, 2020.
36. PINHEIRO, R. J. B. *et al.* Aplicação dos Métodos GOD e POSH para determinação da vulnerabilidade e perigo à contaminação dos aquíferos na cidade de Santa Maria RS. *REGA*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 61-79, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307806955_Aplicacao_dos_Metodos_GOD_e_POSH_para_determinacao_da_vulnerabilidade_e_perigo_a_contaminacao_dos_aquiferos_na_cidade_de_Santa_Maria-RSApplication_of_the_GOD_and_POSH_methods_to_determine_the_vulnerab. Acesso em: 20 fev. 2019.
37. RAVINDRA, K., MOR, S., PINNAKA, V.L. *Water Uses, Treatment, and Sanitation Practices in Rural Areas of Chandigarh and Its Relation with Waterborne Diseases*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 19512-19522, 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04964-y>
38. ROCHA, E.S., ROSICO, F.S., SILVA, F.L., LUZ, T.C.S., FORTUNA, J.L. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das Instituições de Ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). *Revista Baiana Saúde Pública*, Salvador, v. 34, n. 3, p. 694-705, 2010.
39. Scalize, P. S. *et al.* Condições de saúde e saneamento da Comunidade São Sebastião dos Almeidas: Silvânia-GO. Ebook. Goiânia: Cegraf UFG, 2020. 19 p.
40. SCALIZE, P. S. *et al.* Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, v. 9, n. 4, p. 969-707, 2014. DOI:10.4136/1980-993X.



41. SCALIZE, P. S., BEZERRA, N. R., SANTO FILHO, K. E., REIS, Y. P. Aspectos de participação da comunidade. In: SCALIZE, P. S. (org). *Diagnóstico técnico participativo da Comunidade dos Almeidas: Silvânia – Goiás*: 2018. Goiânia: Cegraf UFG. E-book (220 p.). Coleção DTP Projeto SanRural, v. 48, cap. 2, p. 51 – 63, 2020.
42. SCALIZE, P. S., BEZERRA, N. R., BASSO, R. R., RUGGERI JUNIOR, H. C., PINEIRO, R. V. N.; LOPES, H. T. L., MENDONÇA, J. S. A., LEITE, L. S., BERGAMINI, M. H. L., RAMOS, M. P. C., AGUIAR, T. D. Aspectos do Saneamento. In: SCALIZE, P. S. (org.). *Diagnóstico técnico-participativo da Comunidade dos Almeidas: Silvânia – Goiás*: 2018. Goiânia: Cegraf UFG. E-book (220 p.). Coleção DTP Projeto SanRural, v. 48, cap. 6, p. 137 – 189, 2020a.
43. SATO, A. P. S., WALDMAN, E. A. Trajetória das doenças infecciosas no Brasil nos últimos 50 anos: um contínuo Desafio. *Revista Saúde Pública (RSP)*, São Paulo, v. 50, p. 68-85, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rsp/v50/pt_0034-8910-rsp-S1518-87872016050000232.pdf. Acesso em: 10 mai. 2018.
44. SILVA JÚNIOR, G. L., SOUZA, R. M. As comunidades tradicionais e a luta por direitos étnicos e coletivos no sul do Brasil. *Miolo revista*, Goiás, v. 33, n. 2, p. 128-142, jul. / dez. 2009. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pS44WHfK36AJ:https://www.revistas.ufg.br/re-vfd/article/view/9862+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 18 mai. 2018.
45. SOARES, R. *et al.* A imunodeficiência e o sistema imunitário: O comportamento em portadores de HIV. *Arquivos de Medicina*, Porto Alegre, v. 28, n. 4, p. 113-121, 2014. ISSN 2183-2447. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/am/v28n4/v28n4a04.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.
46. STOLER, J. *et al.* Household water insecurity will complicate the ongoing COVID-19 response: Evidence from 29 sites in 23 low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 234, art. 113715, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113715>
47. SOLLER, J. A.; EISENBERG, J. N. S. *An evaluation of parsimony for microbial risk assessment models. Environmetrics*, v. 19, p. 61-79, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/env.856>
48. VIEIRA, L. C. M., VELASQUEZ, L. N. M., & BORBA, R. P. Hidrogeoquímica como ferramenta para o reconhecimento de aquíferos em lacunas de perfis litológicos de poços tubulares. *Águas Subterrâneas*, v. 34, n. 2, p. 204–220, 2020. <https://doi.org/10.14295/ras.v34i2.29764>
49. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. *Guidelines for drinking water quality: incorporating first addendum*. v. 1. 3 ed. Geneva: WHO, 2006.
50. WHO. *Fact sheets – Detail: Drinking-water*. [recurso eletrônico]: WHO, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Acesso em: 13 jun. 2019
51. WHO, UNICEF. *Launch version July 12 Main report - Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene*. [recurso eletrônico]: WHO, UNIFEC ISBN TBC, 2011. Disponível em: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-report-jmp-water-sanitation-hygiene.pdf?ua=1>. Acesso em: 13 jun. 2019.