

Proposição e aplicação de técnica para avaliação de riscos em sistema coletivo de saneamento em área rurais

Nolan Ribeiro Bezerra

Professora Doutora, IFG, Brasil.
nolan.bezerra@ifg.edu.br

Rafaella Oliveira Baracho

Professora Doutoranda, IF Baiano/UFG, Brasil.
rafaella.baracho@ifbaiano.edu.br

Thaynara Lorrayne de Oliveira

Mestre, UFG, Brasil.
oliveira.thaynaralorrayne@gmail.com

Paulo Sérgio Scalize

Professor Doutor, UFG, Brasil.
pscalize.ufg@gmail.com

RESUMO

Atualmente, a aplicação de processos de avaliação de riscos, sob a perspectiva de risco à saúde em todos os componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais), de forma a atender à Resolução 64/292, é uma realidade. Neste contexto, o objetivo deste artigo foi propor um processo de avaliação de riscos (PAR) para estruturas coletivas de saneamento básico e aplicá-lo em uma comunidade ribeirinha no estado de Goiás. As etapas utilizadas compreenderam a definição do escopo, a seleção da técnica para avaliação de riscos e a proposição e aplicação do PAR. Assim, a comunidade estudada foi a Arraial da Ponte, que possui os sistemas coletivos de abastecimento de água, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. A técnica selecionada foi a matriz de probabilidade/consequência, de acordo com os critérios estabelecidos na NBR IEC/ISO 31010:2021. A proposição do PAR contemplou as fases de identificação dos fatores de risco, os perigos, a rota de contaminação, os eventos perigosos e a caracterização e priorização dos riscos. Baseou-se, então, nos componentes do processo de gestão de riscos da NBR ISO 31000 e nas recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), descritas nos manuais de plano de segurança de água e esgotamento sanitário. Como resultado, identificaram-se riscos à saúde em todos os componentes do saneamento, com nível variando entre moderado e não tolerável. Os riscos evidenciaram a necessidade de maior atenção dos gestores e a implementação de políticas públicas efetivas. Por fim, o PAR conseguiu priorizar os eventos perigosos e seus riscos associados, podendo auxiliar na construção de planos e investimentos na comunidade avaliada.

PALAVRAS-CHAVE: Pequena comunidade. Avaliação de riscos. Saneamento rural. Abastecimento de água. Água pluviais. Resíduos sólidos.

1 INTRODUÇÃO

O acesso seguro à água potável e ao esgotamento sanitário é um direito humano, reconhecido na Resolução 64/292 da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo essencial para melhorar a saúde pública e garantir a prevenção e o controle de doenças transmitidas pela água (UN, 2010). No mundo, 2 bilhões de pessoas necessitam de um acesso seguro à água potável, além de 3,6 bilhões ao serviço de esgotamento sanitário (UN, 2022). No Brasil, além do abastecimento de água e do esgotamento sanitário, são componentes do saneamento básico o manejo de resíduos sólidos e o de águas pluviais, conforme a Lei n. 11.445 (BRASIL, 2007). Os serviços devem ser prestados com base em diversos princípios, inclusive os da segurança, qualidade, regularidade e continuidade.

O contato com as condições inadequadas de saneamento básico, ou a sua ausência, resulta na exposição da população a perigos físicos, químicos e/ou microbiológicos. Este último leva à prevalência de doenças infecciosas e parasitárias relacionadas ao saneamento, o que pode resultar em riscos à saúde (BAZGIR *et al.*, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a água, enquanto bem essencial à vida, deve estar disponível de maneira satisfatória, o que inclui a sua segurança sanitária. Define-se uma água segura como aquela que não oferece risco significativo à saúde da população que a consome, sendo fundamental a implementação da gestão de riscos (WHO, 2017).

Nesse ínterim, a avaliação de riscos aplicada a sistemas de abastecimento de água (SAA) e de esgotamento sanitário (SES) vem sendo utilizada como ferramenta em diversas partes do mundo. Pundir *et al.* (2021) avaliaram os riscos de um SAA em uma área rural a partir da análise estatística de parâmetros de qualidade da água, encontrando resultados significativos para a melhora da qualidade da água. Outra metodologia é a árvore de decisão utilizada na Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP), na qual Tsitsifli e Tsoukalas (2021) evidenciaram a rigorosidade da técnica, podendo não ser aplicável para todos os sistemas de saneamento básico.

Metodologias e processos de avaliação de riscos não são aplicados exclusivamente para os SAA. A OMS adaptou a metodologia do Plano de Segurança da Água (PSA) para o

esgotamento sanitário (WHO, 2016), que vem sendo aplicada segundo Lane *et al.* (2021). Estes avaliaram os sistemas centralizados e descentralizados no Canadá e concluíram que é possível utilizar esse tipo de avaliação para tomada de decisão quanto à gestão nos SES.

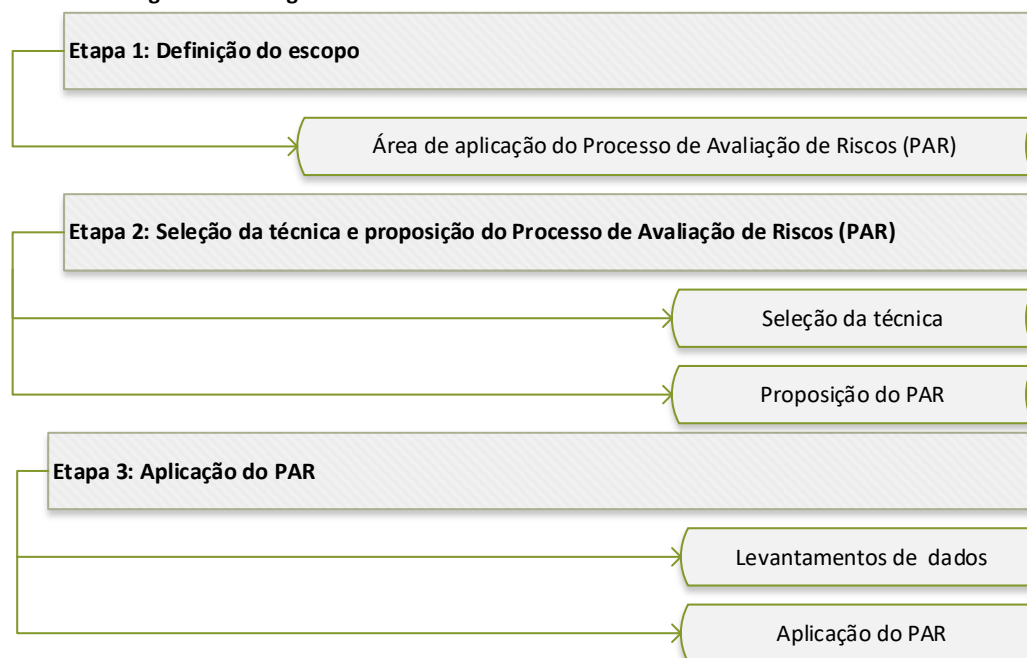
Com relação aos resíduos sólidos, Lima e Paulo (2018), em seu estudo aplicado em comunidades quilombolas do estado de Mato Grosso do Sul, utilizaram a análise preliminar de perigos para a gestão, relatando eficiência na análise para definir alternativas seguras e sustentáveis.

No entanto, há uma lacuna de informação quanto à aplicação de um mesmo processo de avaliação de riscos que contemple todos os componentes do saneamento básico. Diante disso, surge a necessidade de se propor um PAR, sob a perspectiva de risco à saúde em todos os componentes do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais), de forma a atender à Resolução 64/292 (UN, 2010) e à legislação brasileira (BRASIL, 2021). Nesse contexto, o presente artigo teve como objetivo propor um processo de avaliação de riscos para estruturas coletivas de saneamento básico e aplicá-lo em uma comunidade rural no estado de Goiás.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O processo de gestão de riscos descrito na norma NBR ISO 31000 é estruturado da seguinte maneira: i) definição do escopo, contexto interno e externo e critérios; ii) processo de avaliação de riscos (PAR), que integra a identificação, análise e avaliação de riscos; iii) tratamento de riscos; iv) monitoramento e análise crítica, e v) registro e relato (ABNT, 2018). Esta pesquisa contemplou três etapas previstas nesse processo: a primeira define o escopo, a segunda é destinada à seleção da técnica para avaliação de riscos, e a última trata da aplicação do PAR em uma área rural (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma do PAR em sistema coletivo de saneamento em área rural



Fonte: elaborada pelos autores.

2.1 Etapa 1: definição do escopo

A definição da área de abrangência para a proposição do PAR em uma área rural levou em consideração os quatro componentes do saneamento básico, conforme previstos na Lei n. 11.445 (BRASIL, 2007), sendo: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. O PAR pode ser aplicado em uma determinada área rural com um ou mais componentes do saneamento básico.

2.3 Etapa 2: seleção da técnica e proposição do PAR

A técnica de avaliação de riscos foi selecionada utilizando-se as diretrizes da NBR IEC/ISO 31010:2021 (ABNT, 2021): gestão de riscos – técnicas para o processo de avaliação de riscos. Essa norma apresenta 42 técnicas de identificação, análise e avaliação de riscos e orienta sobre a seleção e a aplicação de várias técnicas que podem ser usadas para melhorar a compreensão das incertezas durante o processo de avaliação de riscos.

Consideraram-se, também, os fundamentos utilizados para elaboração do PSA, recomendados na 4ª Edição do *Guidelines for drinking-water quality* (GDWQ) da OMS (WHO, 2011), e os fundamentos do manual para o uso e a eliminação segura de águas residuais, águas cinzas e dejetos. Este manual é denominado Plano de Segurança de Saneamento (PSS) (WHO, 2016), que, no Brasil, é definido como esgotamento sanitário. Assim, os critérios adotados foram: i) a aplicação; ii) escopo; iii) horizonte de tempo; iv) necessidade de informações e dados; v) conhecimento e experiência da equipe de avaliação de riscos; vi) tipo de método qualitativo ou quantitativo, e vii) esforço para aplicar (ABNT, 2021).

Em seguida foi necessário definir as fases necessárias para a identificação, análise e avaliação de riscos. Deste modo, permitiu-se realizar a proposição do PAR, tendo como base as etapas do processo de gestão de riscos da NBR ISO 31000 (ABNT, 2018) e os fundamentos da OMS descritos nos manuais do PSA e PSS.

2.4 Etapa 3: aplicação do processo de avaliação de riscos (PAR)

2.4.1 Área de estudo

A aplicação do PAR foi realizada na Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, integrante do projeto Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás (Projeto SanRural - <https://sanrural.ufg.br/>), desenvolvido pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e financiado pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa). Este projeto foi devidamente aprovado no Comitê de Ética Pesquisa, CAAE 87784318.2.0000.5083.

A área rural está localizada a 12,0 Km do centro urbano do Município de Água Limpa/GO (Figura 2) e possui um total de 42 domicílios, sendo que oito pertencem à Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, dos quais seis foram visitados. Essa área rural foi escolhida por apresentar infraestrutura coletiva de saneamento básico.

Figura 2 – Localização geográfica dos domicílios pertencentes à Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, Água Limpa-GO



Fonte: elaborada pelos autores, a partir de IBGE (2016), Google Earth (2020) e do banco de dados do Projeto SanRural.

2.4.2 Coleta de dados e avaliação de riscos

As informações utilizadas para avaliação de riscos à saúde da população exposta às condições inadequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico seguiram os critérios metodológicos dos produtos publicados no âmbito do Projeto SanRural, que adotou uma abordagem qualitativa e quantitativa por meio de pesquisa descritiva, inferencial e censitária (SCALIZE *et al.*, 2020a). Foram utilizados o banco de dados e as informações contidas no Diagnóstico Técnico-Participativo (DTP) da comunidade, observando-se: i) os aspectos da saúde e dados clínicos de saúde (PAGOTTO *et al.*, 2020, 2022); ii) os aspectos do saneamento (SCALIZE *et al.*, 2020b); iii) dados sobre a qualidade da água (SCALIZE *et al.*, 2022), e iv) disponibilidade hídrica (SCALIZE *et al.*, 2021a). Em seguida as informações foram sistematizadas e organizadas em planilhas eletrônicas para aplicação do PAR, o qual foi apresentado em tabelas, contendo o fator de risco, perigo, evento perigoso e a avaliação de riscos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Definição de escopo e seleção da técnica para o processo de avaliação de riscos

O escopo selecionado para este trabalho contempla o sistema de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais e drenagem e deve ser selecionado independentemente da existência ou não de um determinado componente de saneamento. Práticas intradomiciliares que influenciam a coletividade devem ser levadas em consideração na avaliação de riscos, como, por exemplo: dispor de forma inadequada os resíduos sólidos ao invés de utilizar o serviço de coleta coletiva quando existente.

Considerando-se os critérios adotados para a seleção de técnicas de avaliação de riscos da ISO/IEC 31010, selecionou-se a matriz de probabilidade/consequência, definida como um meio de combinar classificações qualitativas ou semiquantitativas de consequências e probabilidades, permitindo-se obter um nível ou uma classificação de riscos. Essa técnica é considerada uma ferramenta de tomada de decisão para a gestão das infraestruturas coletivas de saneamento (públicas ou privadas), seja em áreas urbanas ou rurais, onde o seu formato e as definições nelas aplicadas dependem do escopo selecionado. Assim, requer-se

disponibilidade de dados e informações sobre as condições do saneamento rural, o conhecimento e a experiência da equipe envolvida, principalmente a dedicação para aplicar a técnica. Segundo Brasil (2019) é necessário compreender as formas como as populações rurais, do campo, da floresta e das águas se organizam no seu território. Também é preciso conhecer sua diversidade cultural, os saberes populares, costumes, as tradições, sua implicação na compreensão das práticas de saneamento ambiental, adotadas naquele meio, e sua relação com a saúde (SCARATTI; BEZERRA, 2020).

Nesse sentido, optou-se por uma técnica de avaliação de riscos do tipo semiquantitativa, recomendada pela OMS (WHO, 2011; 2012; 2016) e pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2012). Utilizaram-se, em conjunto, normas e estudos de proposição (BARTRAN *et al.*, 2009; ABNT, 2018, 2021, BEZERRA, 2018), aplicados em áreas urbanas (GODFREY *et al.*; 2005; BAZGIR *et al.*, 2020) e rurais (PUNDIR *et al.*, 2021; MILLER; WHITEHILL; DEERE, 2005; LANE *et al.*, 2021).

3.2 Proposição do PAR

O PAR à saúde da população exposta às condições inadequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico possui duas fases: i) identificação dos fatores de risco, dos perigos, da rota de contaminação e dos eventos perigosos, e ii) caracterização e priorização dos riscos.

3.2.1 Primeira fase: identificação dos fatores de riscos, dos perigos, da rota de contaminação e dos eventos perigosos

Para identificar os fatores de riscos, deve-se conhecer suas fontes e seu nível de exposição. O conceito de fator de risco foi pautado no modelo de risco epidemiológico, que corresponde a alguma exposição (alteração da qualidade da água devido às condições fitossanitárias dos reservatórios) que aumente a probabilidade de ocorrência de uma doença ou agravo à saúde, podendo ser qualquer parte da cadeia causal (BARBOSA; MACHADO, 2013). A identificação dos fatores de riscos contribui para determinar o evento perigoso e seus respectivos perigos, e, conseqüentemente, estimar a probabilidade de esses eventos proporcionarem um risco à população exposta. Neste sentido, o PAR pode, ainda, contribuir com a identificação de ações de melhorias e auxiliar os gestores na definição de indicadores de alerta precoce e detecção de limites de referências (ABNT, 2021).

Para tanto, nessa fase, o PAR se inicia com a identificação dos fatores de riscos para cada etapa dos componentes do saneamento básico, os perigos (físicos, químicos, microbiológicos e radiológicos) que podem causar danos à saúde humana (BARTRAN *et al.*, 2009; WHO, 2011; WHO, 2016) e sua rota de contaminação (ATSDR, 2005; WHO, 2016), ou seja, o movimento do agente perigoso, desde a fonte de contaminação até a população exposta. Segundo ATSDR (2005), a rota de contaminação abrange a fonte de contaminação, o meio de circulação do contaminante, a fonte receptora (ponto de exposição), a via de exposição e a população exposta.

O evento perigoso é um incidente ou uma situação que introduz um perigo ao ambiente no qual os seres humanos vivem ou trabalham. Segundo WHO (2016), este evento pode ser identificado da seguinte forma: uma situação “X” ocorre por causa de uma situação “Y”, onde “X” é o que pode acontecer, e “Y” é como pode acontecer. Um evento perigoso

identificado e bem descrito incluirá um breve comentário, indicando como o perigo pode ser introduzido (o que pode acontecer?) e sua causa (como pode acontecer?). Como exemplo, o evento perigoso pode ser descrito da seguinte forma: exposição das populações às excretas de animais nos quintais (o quê?) devido à ausência de confinamento e destinação adequada dos efluentes (causa, motivo).

3.2.2 Segunda fase: caracterização e priorização dos riscos

Para cada evento perigoso identificado na primeira fase, determina-se o nível de risco da população exposta às condições inadequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico e sua relação com a saúde, produzindo-se uma lista contendo a priorização dos riscos.

Dependendo do objetivo da avaliação de riscos, podem ser aplicadas matrizes com diferentes quantidades de descritores (2x2, 3x3, 4x4, 5x5 etc.) (BARTRAN *et al.*, 2009; ABNT, 2018; WHO, 2016). Neste estudo, adotou-se uma matriz 5x5 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** 1), na qual em um eixo constam cinco descritores da frequência da exposição do indivíduo a um evento perigoso, e no outro eixo cinco descritores da severidade que trata do impacto à saúde da população em estudo.

Tabela 1 – Matriz de probabilidade/consequência para cálculo dos riscos à saúde em áreas rurais

Frequência		Severidade				
		1	10	100	1.000	10.000
		Sem efeito	Insignificante	Moderada	Elevado	Crítico
5	Diariamente	Tolerável (5)	Moderado (50)	Não tolerável (500)	Não tolerável (5.000)	Catastrófico (50.000)
4	Semanalmente	Tolerável (4)	Moderado (40)	Não tolerável (400)	Não tolerável (4.000)	Catastrófico (40.000)
3	Mensalmente	Tolerável (3)	Moderado (30)	Moderado (300)	Não tolerável (3.000)	Catastrófico (30.000)
2	Anualmente	Tolerável (2)	Tolerável (20)	Moderado (200)	Não tolerável (2.000)	Catastrófico (20.000)
1	Acima de 5 anos	Tolerável (1)	Tolerável (10)	Moderado (100)	Não tolerável (1.000)	Catastrófico (10.000)

Legenda:

Valor	Descritor	Significado da severidade
1	Mínima (sem efeito)	Condições adequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico, regulados e fiscalizados, prestados de forma universal, integral e contínua, com qualidade e sem impacto à saúde e ao meio ambiente.
10	Baixa	Condições parcialmente adequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico e impacto mínimo sobre a saúde e o meio ambiente.
100	Moderada	Condições parcialmente inadequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico e impacto moderado sobre a saúde e o meio ambiente.
1000	Elevada	Condições inadequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico e impacto elevado sobre a saúde e o meio ambiente.
10.000	Crítica	Condições inadequadas dos sistemas coletivos de saneamento básico com notificação das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) que levam à morbimortalidade.

Análise do risco:

Risco tolerável (RT): $RT \leq 20$ => manter as medidas de controle atuais.

Risco moderado (RM): $21 < RM \leq 300$ => nível de atenção, é necessário **PLANEJAR** a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.

Risco não tolerável (RNT): $301 < RNT \leq 5000$ => necessário **PRIORIZAR** a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.

Risco crítico (RC): $RC > 5000$ => situações com morbimortalidade para os quais são necessários a adoção **IMEDIATA** de medidas de controle e/ou o plano de emergência para reduzir o risco a níveis toleráveis.

Fonte: elaborada pelos autores.

O procedimento de avaliação de riscos para cada evento perigoso se inicia pela determinação da frequência (valores de 1 a 5) em função da severidade (valores de 1 a 10.000), que resulta no chamado *risk score*, uma avaliação semiquantitativa do risco (Equação 1).

$$\text{Risco} = \text{frequência do evento} \times \text{severidade do evento} \quad (\text{Equação 1})$$

A identificação da frequência e da severidade para a obtenção do nível de risco à saúde deve ser realizada para cada evento perigoso de forma individual. A severidade corresponde ao nível de impacto à saúde, caso ocorra o evento perigoso (WHO, 2016). Desta forma, refere-se à capacidade de um evento perigoso provocar efeitos adversos à saúde da população exposta, podendo chegar ao óbito. Pode ser mensurado a partir do conhecimento dos efeitos adversos à saúde, tendo como exemplo o indicador anos de vida perdidos, ajustados por incapacidade: *Disability Adjusted Life Years* (DALYs). Este permite avaliar o estado de saúde de uma população devido a uma doença ou agravo, pois considera os anos de vida perdidos por morte prematura (mortalidade) e os anos de “vida saudável equivalente” perdidos (morbidade) por viver em estados de menos saúde plena (MURRAY; LOPEZ, 1996).

Os valores de DALY podem ser obtidos por meio de pesquisas no Instituto de Métricas e Avaliação de Saúde (GBD, 2021), além de estudos epidemiológicos sobre a letalidade, incidência e gravidade das doenças (ALI *et al.* 2012; ANDERSON *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2017; BRASIL, 2020a, 2022a, 2022b). Essas informações possibilitam auxiliar na definição da severidade das doenças relacionadas ao saneamento, mais comumente diagnosticadas em grau de severidade, e têm sido utilizadas em nível nacional, pois existe uma insuficiência de dados de saúde nas áreas rurais pela dificuldade de acesso aos serviços de saúde.

Para se analisar o grau de severidade para cada evento perigoso previamente identificado, deve-se responder as questões listadas na Tabela 2. É necessário, ainda, utilizar os dados primários referentes às informações coletadas para cada componente do saneamento e as informações das principais doenças relacionadas ao saneamento inadequado, em função da taxa de incidência, letalidade, gravidade e do DALY obtido na literatura.

Tabela 2 – Questões norteadoras para avaliar a severidade de cada evento perigoso do sistema de saneamento coletivo

Nº	Questões	Elementos para auxiliar a avaliação da severidade
Questão 1	Os fatores de riscos propiciam a ocorrência do evento perigoso?	Sim: o fator de risco não está de acordo com as normas legais, recomendações normativas e técnico-científicas. Não: o fator de risco está de acordo com as normas legais, recomendações normativas e técnico-científicas.
Questão 2	A concentração dos agentes perigosos (físicos, químicos e microbiológicos) está (ou estaria) em desacordo com o padrão de potabilidade?	Qualidade boa: os parâmetros estão de acordo com o padrão de potabilidade. Qualidade ruim: os parâmetros estão acima do padrão de potabilidade.
Questão 3 ⁽¹⁾	Existem grupos vulneráveis (crianças, idosos, imunodeprimidos) expostos ao agente perigoso?	Grupo vulneráveis: crianças (indivíduos com idades menores que 5), gestantes e idosos (idade superior a 60 anos) (BRASIL, 2010a).
Questão 4	Há registros de agravos à saúde e/ou doenças relacionadas ao evento e ao agente perigoso em questão?	Prevalência das doenças relacionadas com o saneamento inadequado ⁽²⁾ .

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: (1) a questão 3 pode elevar o nível de severidade caso existam grupos vulneráveis; (2) ver lista de doenças na literatura científica.

Para responder à questão 1, faz-se necessário verificar a situação de adequabilidade de todos os fatores de riscos definidos para cada componente do saneamento avaliado. Os fatores de riscos correspondem aos aspectos construtivos e não construtivos dos sistemas de saneamento que influenciam o evento perigoso, como, por exemplo: a infraestrutura de captação de água; o tratamento por meio de filtros; a desinfecção; o aterro sanitário; a fossa séptica; os dispositivos de manejo de águas pluviais (barraginhas, bacias de contenção), entre outros. A verificação da situação de adequabilidade ou não desses fatores permitirá avaliar o grau de severidade de cada evento perigoso.

Para cada fator de risco avaliado em desacordo com as normas legais, recomendações normativas e técnico-científicas, é preciso se analisar a questão 2, verificando se a concentração dos agentes perigosos está ou estaria em desacordo com o padrão de potabilidade. A análise do perigo é realizada por meio de análise laboratorial da água, para fins de verificação de concentrações acima do VMP (valor máximo permitido) em legislação. Os resultados permitem avaliar a condição da água como boa ou ruim (Tabela 2).

Na questão 3, identifica-se a existência de grupos vulneráveis (crianças, idosos e imunodeprimidos) expostos ao agente perigoso. Estes grupos são formados por indivíduos que possuem maior susceptibilidade em adquirir alguma doença ou infecção, sendo considerados, portanto, vulneráveis, conforme definido em Brasil (2010a).

Já na última questão, avalia-se a existência de registros de agravos à saúde e/ou doenças relacionadas ao evento e ao agente perigoso em questão. A resposta poderá ser obtida com base na notificação dessas doenças, dos agravos registrados pela equipe de saúde da família ou das doenças autorreferidas pelos moradores das áreas rurais. A partir das respostas obtidas nas questões de 1 a 4, define-se a severidade (sem efeito, insignificante, moderada, elevado e crítico).

O cálculo do risco é obtido para cada evento perigoso, multiplicando-se a frequência pela severidade por meio da Equação 1. No final é possível realizar a priorização dos riscos calculados, e, logo, será possível priorizar aqueles que oferecem mais perigo aos moradores da área rural e que necessitam de medidas de controle com mais urgência, a fim de minimizar ou eliminar o evento perigoso. Essa priorização pode ser feita em planilha eletrônica ou física.

A matriz de avaliação de riscos é de simples aplicação e fornece uma classificação dos riscos em diferentes níveis de significância (ABNT, 2018). No entanto, a sua construção e aplicação possuem um elevado grau de subjetividade (BEZERRA, 2018), e sua utilização vai depender da experiência da equipe de acordo com a área de aplicação. A aplicação da matriz de riscos sem justificativas ou sem um direcionamento para interpretar as linhas e colunas é apontada como uma das falhas de transparência no seu uso (COX JUNIOR, 2008). A legenda da matriz (Tabela 1) e as questões norteadoras (Tabela 2) auxiliam os avaliadores do processo na diminuição da subjetividade, na medida em que direcionam a interpretação dos itens da matriz e induzem o avaliador a estudar e a justificar o risco estimado, proporcionando maior entendimento sobre o que significa cada nível de severidade. Compreender o modelo de risco, os níveis de severidade e a probabilidade de ocorrência de um evento evita erros de inversão de classificação de risco (BAYBUTT, 2016).

3.3 Aplicação da técnica no processo de avaliação de riscos em uma área rural

A partir da descrição e avaliação das infraestruturas de saneamento existentes, na Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, foram identificados os fatores de riscos, perigos, a rota de contaminação, os eventos perigosos e, por fim, a avaliação e priorização dos riscos de cada componente que dispõe de soluções coletivas na comunidade.

3.3.1 Sistema de abastecimento de água

A Tabela 3 apresenta o resumo dos resultados da identificação de cinco FR e cinco EP com suas respectivas avaliações de risco do SAA. A comunidade é abastecida 100% por SAA, a partir de uma captação realizada por meio de um poço tubular profundo (PTP), com aproximadamente 0,2 m de diâmetro e 58 m de profundidade (SCALIZE *et al.*, 2020b). A água é captada por um conjunto motobomba submersa de eixo vertical situada no interior do poço.

Tabela 3 – Resultado da identificação de fatores de riscos, eventos perigosos e da avaliação de riscos do Sistema de Abastecimento de Água, na Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, Água Limpa-GO

Fator de risco (FR)	Perigo	Evento Perigoso (EP)	Avaliação de risco		
			Risco (F x S)	Nível de risco	Descrição do nível de risco
Condições de infraestrutura do ponto de captação (FR01)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de degradação da qualidade da água devido à infraestrutura inadequada do ponto de captação (EP01)	5 x 100 = 500	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.
Condições da adutora de água bruta (FR02)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de contaminação da água e interrupção do abastecimento devido às condições da rede adutora (EP02)	5 x 100 = 500	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.
Condições do tratamento (FR03)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade da água distribuída fora dos padrões de potabilidade devido à ineficácia e ineficiência do tratamento (EP03)	5 x 1000 = 5000	Risco não tolerável	É necessário PRIORIZAR a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.
Condições fitossanitárias do reservatório coletivo (FR04)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de degradação da qualidade da água devido às condições inadequadas do reservatório (EP04)	5 x 100 = 500	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.
Condições da rede de distribuição (FR05)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de degradação da água e/ou interrupção do abastecimento devido às condições da rede de distribuição (EP05)	5 x 100 = 500	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: F = frequência, S = severidade.

O EP01 e o EP02 foram classificados como risco moderado. A classificação do EP01 ocorreu em decorrência da ausência de conjunto motobomba reserva ou de geradores, o que pode comprometer o abastecimento, caso haja algum dano significativo no dispositivo ou falta de energia, como também ausência de ponto de coleta de água bruta. Cabe destacar que o ponto de captação se encontra em bom estado de conservação, com identificação e cercado, apesar de ser de fácil acesso a todos os moradores da comunidade. Já no EP02 foram observadas ocupações humanas, além de relatos da ausência de periodicidade de manutenção e limpeza (SCALIZE *et al.*, 2020b), o que pode vir a contribuir com a contaminação da água e a interrupção do abastecimento. Ressalta-se que em nenhum local foi informada alguma intermitência no fornecimento de água, e, segundo Scalize *et al.* (2021a), existe a disponibilidade hídrica subterrânea para fins de abastecimento de água.

O EP03 foi classificado com risco não tolerável, uma vez que o SAA não realizava tratamento (desinfecção), estando em desacordo com a exigência da Portaria MS/GM n. 888 (BRASIL, 2021), que exige a desinfecção de toda a água fornecida coletivamente. É importante mencionar que a desinfecção é um processo importante para inativação e/ou destruição de microrganismos patogênicos e redução dos riscos à saúde, e a sua ausência pode estar relacionada à incidência de hepatite A em 100% das pessoas testadas na comunidade (PAGOTTO *et al.*, 2022).

Em áreas rurais, a ausência de processos de tratamento como a desinfecção é uma realidade, impactando a qualidade microbiológica, o que pode resultar no consumo de água contaminada e, conseqüentemente, em doenças como diarreia aguda (SCALIZE *et al.*, 2021b; BARRAGÁN; CUESTA; SUSA, 2021). Para Amaral *et al.* (2003), o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas. Estas, muitas vezes, são captadas em poços tubulares profundos sem proteção ou próximos de fontes de poluição, como ocorreu no caso do Assentamento Canudos, no Brasil (SCALIZE *et al.*, 2014), e na área rural de Villapinzon, na Colômbia (BARRAGÁN; CUESTA; SUSA, 2021).

A água sem tratamento é encaminhada ao reservatório do tipo taça, construído em material metálico, possuindo capacidade de armazenamento de aproximadamente 15 m³. Em relação às condições fitossanitárias do reservatório coletivo (FR04), o EP04 foi classificado como risco moderado, em decorrência da ausência de manutenção e limpeza periódica e do mecanismo de medição de vazão. No entanto, o reservatório estava em bom estado de conservação, tampado, com extravasor e mecanismo de proteção de acesso. Todo esse cenário, associado à ausência de limpeza do interior dos reservatórios, pode favorecer o crescimento da comunidade microbiana, o que justifica o EP04.

Cabe destacar que os resultados da qualidade da água, distribuída à população após o reservatório, estavam compatíveis com os usos preponderantes para consumo humano, conforme Resolução Conama n. 396 (BRASIL, 2008), e atendia aos padrões de potabilidade (BRASIL, 2021). É importante mencionar que o SAA não possuía um profissional habilitado e capacitado para a gestão e operação dos sistemas e nem eram realizados os planos amostrais, tanto da água bruta como da tratada, como preconizado pela Portaria GM/MS n. 888 (BRASIL, 2021).

A rede de distribuição do SAA é subterrânea e opera como conduto forçado por gravidade, tendo tubulações de PVC com diâmetros de 25 e 50 mm e aproximadamente 700 m de extensão. Embora tenha apresentado tais características, não possui manutenções

frequentes, podendo comprometer a qualidade da água e favorecer a interrupção do abastecimento (SCALIZE *et al.*, 2020b). Portanto, o EP05 foi classificado como risco moderado. As condições identificadas na avaliação de riscos no EP04 e EP05 são condições que favorecem o risco de fornecimento de água fora do padrão de potabilidade, além da utilização de outras fontes inseguras (BAZGIR *et al.*, 2020).

Assim, o cenário de risco identificado na comunidade pode prejudicar a saúde dos moradores, intensificando-se as doenças relacionadas ao saneamento básico. Logo, medidas claras devem ser priorizadas para mitigar a ocorrência do evento perigoso. Estudo semelhante foi observado por Godfrey *et al.* (2005), ao implementarem o PSA, desde a água utilizada para captação até o consumidor final, no SAA da cidade de Guntur, na Índia. Os autores ressaltaram a importância da conscientização, por parte dos moradores, sobre a proteção da fonte de água e o melhoramento contínuo na operação do SAA. Bazgir *et al.* (2020) relataram a necessidade de implementação de soluções adequadas de esgotamento sanitário, que são alternativas viáveis que podem resultar em pontos positivos em termos de melhoria da qualidade e segurança da água.

Contudo, por causa dos fatores identificados dos eventos perigosos, os riscos classificados representam uma ameaça à potabilidade da água, fazendo necessária a proposição de planos de melhoria justamente com ações socioeducativas. Além disso, as técnicas utilizadas devem ter manutenção correta para ter a sua eficiência garantida, como no caso do filtro com vela cerâmica ou cerâmica porosa, que é uma tecnologia de baixo custo e alta eficiência, mas cuja manutenção e os usos inadequados diminuem a sua eficiência e aumentam a probabilidade de contaminação microbiológica (COSTA *et al.*, 2013; AZEVEDO, 2014; FERNANDES; MISAEEL; CHAVES, 2015).

3.3.2 Sistema de limpeza e manejo de resíduos sólidos

A limpeza e o manejo de resíduos sólidos são definidos na Lei n. 14.026 (BRASIL, 2020b) como serviços constituídos por coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos domiciliares. Entretanto, apenas as etapas de coleta convencional e de transporte foram incluídas na avaliação de riscos deste estudo, uma vez que a disposição final fica situada na sede municipal, ou seja, não é parte contribuinte das infraestruturas de saneamento básico da área rural. A coleta dos resíduos sólidos era realizada pela prefeitura do município de Água Limpa em 83,3% dos domicílios, uma vez por semana, e 16,7% disseram não utilizar esse serviço (SCALIZE *et al.*, 2020b). Segundo esses autores, 66,7% dos moradores realizavam a segregação intradomiciliar, e o restante não segregava seus resíduos e adotava como destinação a coleta pela prefeitura.

Na Tabela 4 são apresentados os FR e EP identificados, bem como o resultado da avaliação de riscos à saúde da população exposta ao serviço de manejo de resíduos sólidos na comunidade estudada.

Tabela 4 – Resultado da identificação de fatores de riscos, eventos perigosos e da avaliação de riscos quanto aos resíduos sólidos na Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, Água Limpa-GO

Fator de risco (FR)	Perigo	Evento Perigoso (EP)	Avaliação de risco		
			Risco (F x S)	Nível de risco	Descrição do nível de risco
Segregação dos resíduos domésticos no intradomicílio (FR01)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de comprometer a saúde da população devido à proliferação de vetores e poluição do solo, da água e do ar, em função da segregação dos resíduos domésticos intradomiciliares de forma inadequada (EP01).	4 x 100 = 400	Risco não tolerável	É necessário PRIORIZAR a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.
Condições da infraestrutura de acondicionamento e situação da coleta de resíduos domiciliares porta a porta (FR02)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de comprometer a saúde da população devido ao acúmulo de resíduos nos pontos de coleta da prefeitura com proliferação de vetores, podendo ocasionar poluição do solo, da água e do ar (EP02).	5 x 10 = 50	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: F = frequência, S = severidade.

O EP01 foi classificado como risco não tolerável em função da segregação intradomiciliar inadequada dos resíduos secos e orgânicos, os quais acontecem próximos aos domicílios, podendo comprometer o ambiente e o tornar insalubre e favorável à proliferação de animais peçonhentos e vetores. Além disso, o atrito da água da chuva e do vento, ao longo do tempo, faz os resíduos se degradarem, e, pelo processo de lixiviação, os insumos tóxicos que são utilizados na fabricação dos resíduos podem alcançar o solo e, por conseguinte, os cursos d'água subterrâneos, oferecendo riscos à saúde pública. Neste contexto, o lançamento dos resíduos secos diretamente no solo promove, com o passar dos anos, o processo de degradação biológica, formando o chorume, isto é, um líquido negro gerado pela decomposição dos resíduos que contêm matéria orgânica, metais pesados, enzimas e microrganismos. Isso pode levar à contaminação do lençol freático (confinado ou não confinado) ou dos corpos d'água superficiais (BRASIL, 2019).

A destinação inadequada de resíduos secos separados nos domicílios ocorria em 50,0% das unidades familiares, com a realização da queima (SCALIZE *et al.*, 2020b). Essa situação pode ainda emitir partículas de risco mutagênico, como no caso da queima do PVC, que emite cádmio (KOVÁTS *et al.*, 2022), resultando em uma situação de risco à população.

Foram identificadas práticas inadequadas, tais como a água parada em recipientes e a queima de resíduos secos, como papéis, vidros e metais, bem como pilhas, baterias e resíduos infectantes (SCALIZE *et al.*, 2020b).

A água parada propicia condições à vida e à reprodução de vetores como o *Aedes aegypti*, causador das doenças da dengue, zika, chikungunya e Mayaro. Segundo Pagotto *et al.* (2022), nessa comunidade a prevalência de marcadores de dengue investigada foi de 67,6%, e a de chikungunya, 12,1%. Não foram identificados marcadores sorológicos para infecção pelo vírus da zika.

As pilhas e baterias possuem substâncias químicas, como chumbo e mercúrio, que podem contaminar o solo e/ou a água, expondo a população e os demais animais a riscos. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), esses resíduos devem retornar aos seus fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes (BRASIL, 2010b), caracterizando-se a

logística reversa. Os resíduos infectantes, por sua vez, são provenientes de cuidados com a saúde humana ou animal, assim como seu manejo inadequado pode gerar contaminação ambiental, além de oferecer riscos para os coletores da prefeitura por se tratarem de objetos cortantes ou pontiagudos.

Outro fator de risco importante foi a destinação inadequada de resíduos de embalagens de agrotóxicos, sendo queimadas em sua totalidade (SCALIZE *et al.*, 2020b). Essa condição conduz a uma preocupação ambiental e de saúde pública, uma vez que a queima pode liberar gases tóxicos nocivos para os produtores e moradores.

Além desse fator de risco, a presença de pneus no quintal, de resíduos espalhados e acumulados, como pedras e madeiras, pode atrair vetores, e, em razão disso, elevar o quadro de doenças da comunidade, o que justifica a classificação do risco.

Para o EP02, obteve-se um risco moderado, em razão de uma parcela pequena da comunidade relatar a ausência do serviço público municipal de coleta de resíduos sólidos. Para essa situação, infere-se que esse serviço está disponível e cabe ao morador dispor o resíduo em local específico para a realização da sua coleta, sendo também influenciado por questões culturais. Assim, uma parcela da comunidade optou pela prática da queima dos resíduos como forma de destinação.

A partir da avaliação de riscos realizada, realça-se a atenção de que a prática adequada da segregação intradomiciliar dos resíduos sólidos, bem como das infraestruturas para sua acomodação, deve contemplar toda a comunidade. Os recipientes destampados e a ausência de infraestruturas adequadas verificadas na comunidade (SCALIZE *et al.*, 2020b) podem facilitar a ação de agentes externos, como o acesso de animais, o espalhamento dos resíduos pelo quintal em função do vento e da chuva, dentre outros fatores, dificultando-se a sua coleta.

Em se tratando de práticas para mitigar os efeitos do manejo dos resíduos sólidos inadequados, a compostagem e a venda dos resíduos secos são alternativas viáveis para propiciar um ambiente sustentável. A compostagem pode fornecer substrato para ser utilizado na agricultura familiar, e os resíduos secos, desde que separados, podem agregar valor econômico.

Portanto, após a avaliação de riscos, fica evidenciado que essa ferramenta pode ser facilmente aplicada pelos gestores e tomadores de decisão, a fim de buscar alternativas sustentáveis na gestão de resíduos sólidos em pequenas comunidades (LIMA; PAULO, 2018).

3.3.3 Sistema de manejo de águas pluviais e drenagem nas vias de acesso e internas da comunidade

A comunidade conta com acesso pela rodovia estadual GO 210, pelos fundos de vale, pela ponte de concreto sobre o rio Piracanjuba e pelos córregos Ezequiel e Lambari, além de ser constituída por vias internas. Portanto, diante de tal cenário, identificaram-se: FR01) condições da infraestrutura e situação do sistema viário de acesso; FR02) condições das infraestruturas das vias internas, e FR03) condições das infraestruturas do sistema de macrodrenagem (rios, canais e córregos).

Cada fator de risco identificado apresentou perigos, eventos perigosos e uma avaliação de riscos associada. Quanto ao FR01, “condições da infraestrutura e situação do sistema viário de acesso”, foram identificados dois eventos perigosos: 1) possibilidade de erosões e/ou sua intensificação em função da precariedade e/ou ineficiência de dispositivos de manejo de águas pluviais e dispositivos de drenagem (EP01 e 2) possibilidade de contaminação dos mananciais superficiais devido à presença de resíduos na via de acesso (EP02). A Tabela 5 apresenta o FR01,

o evento perigoso identificado e o resultado da avaliação de riscos à saúde da população exposta às vias de acesso da comunidade.

Tabela 5 – Resultado da identificação de fatores de riscos, eventos perigosos e da avaliação de riscos das vias de acesso à Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, Água Limpa-GO

Fator de risco (FR)	Perigo	Evento Perigoso (EP)	Avaliação de risco		
			Risco (F x S)	Nível de risco	Descrição do nível de risco
Condições da infraestrutura e situação do sistema viário de acesso (FR01)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de erosões e/ou sua intensificação em função da precariedade e/ou ineficiência de dispositivos de manejo de águas pluviais e dispositivos de drenagem (EP01a).	2 x 100 = 200	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.
	Físicos, químicos e biológicos	Possibilidade de contaminação dos mananciais superficiais devido à presença de resíduos na via de acesso (EP01b).	5 x 1000 = 5000	Risco não tolerável	É necessário PRIORIZAR a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: F = frequência, S = severidade.

O EP01a, considerando-se os dados primários coletados, ocorre diariamente, visto que os processos erosivos já existem e podem se intensificar no período de chuvas, justificando-se o valor 2 de frequência atribuído a tal evento perigoso. Especialmente no período de chuvas, há um potencial de remoção e transporte de partículas orgânicas e inorgânicas quando a estrada estiver exposta a fluxo de água e declividade natural existente (MARINHESKI, 2017). O transporte de partículas pode resultar na contaminação dos recursos hídricos superficiais que existem na comunidade, seja por uma contaminação química (elementos químicos sendo carregados), física (assoreamento pelo carregamento de partículas) e/ou microbiológica (organismos vivos que se alojam nas partículas carregadas). Quanto à severidade, apesar da condição de erosão já instalada, as vias de acesso dispõem de meio fio, sarjeta e bueiro, de modo que as condições estão apenas parcialmente inadequadas, o que corresponde a uma severidade moderada, cujo valor é 100. Portanto, o nível de risco atingido é o moderado (200), remetendo a uma necessidade de planejar a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.

Quanto ao EP01b, o despejo de resíduos sólidos na via de acesso e as condições identificadas na comunidade não são permitidos pela Lei n. 12.305 (BRASIL, 2010b), inciso II do art. 47. Trata-se de uma condição inadequada do sistema coletivo de saneamento, para o qual foi atribuído à severidade o valor 1000. Despejos irregulares impactam negativamente o solo e a água subterrânea e podem resultar em riscos à saúde pública e ao meio ambiente (MORITA *et al.*, 2021). A disposição desses resíduos impõe um risco, de modo que a frequência atribuída seja 5, diariamente. Por fim, o nível de risco atingido é o não tolerável (5000), sendo necessário priorizar a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.

Na Tabela 6 estão apresentados os dois fatores de risco (FR02 e FR03) e os quatro eventos perigosos (EP02 e EP03) identificados na comunidade. Quanto ao FR02 (condições das

infraestruturas das vias internas), identificou-se o EP02 referente à possibilidade de processos erosivo, devido à insuficiência e/ou inexistência das estruturas de contenção e controle do escoamento superficial excedente no peridomicílio.

Tabela 6 – Resultado da identificação de fatores de riscos, eventos perigosos e avaliação de riscos no sistema de microdrenagem das vias internas e no sistema de macrodrenagem (rios, canais e córregos) da Comunidade Ribeirinha Arraial da Ponte, Água Limpa-GO

Fator de risco (FR)	Perigo	Evento Perigoso (EP)	Avaliação de risco		
			Risco (F x S)	Nível de risco	Descrição do nível de risco
Condições das infraestruturas das vias internas (FR02)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de processos erosivos devido à insuficiência e/ou inexistência das estruturas de contenção e controle do escoamento superficial excedente no peridomicílio (EP02).	2 x 100 = 200	Risco moderado	Nível de atenção, é necessário PLANEJAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis. É necessário
Condições das infraestruturas do sistema de macrodrenagem (rios, canais e córregos) (FR03)	Microbiológicos, físicos e químicos	Possibilidade de assoreamento do rio Piracanjuba devido ao estado degradado da mata ciliar (EP03).	2 x 1000 = 2000	Risco não tolerável	PRIORIZAR a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: F = frequência, S = severidade.

De acordo com os dados coletados, não se identificam problemas nos domicílios decorrentes de goteiras, enxurradas ou inundações por causa da cheia de rios. Em frente aos lotes, não se observaram dispositivos do tipo barraginha/bacia de contenção e não há registro de erosão nas vias internas. No entanto, como não há bueiros ou bocas de lobo, nem meios-fios e/ou sarjetas, atendendo 33,3% e 50% dos domicílios, existe a possibilidade de que eventos erosivos venham a acontecer, pois medidas estruturais auxiliam no controle de erosão (CANHOLI, 2005). O fenômeno da erosão incorre no carreamento de partículas orgânicas e inorgânicas, que podem provocar contaminações do tipo físico, químico e/ou microbiológico. Como os fenômenos erosivos são intensificados na época da chuva, atribuiu-se frequência 2. Considerando-se que há dispositivos insuficientes de controle do escoamento superficial, considera-se que as condições são parcialmente inadequadas, portanto, de valor 100. Ao final, avaliou-se o risco como moderado, com necessidade de planejar a adoção de medidas de controle para a redução do risco a níveis toleráveis.

Quanto ao fator de risco FR02 (condições das infraestruturas do sistema de macrodrenagem nos rios, canais e córregos), identificou-se a possibilidade de assoreamento do rio Piracanjuba devido ao estado degradado da mata ciliar (EP02). Esse evento pode ocorrer, principalmente, na época de chuva, por isso, lhe foi atribuído valor 2. O assoreamento consequente do estado degradado ou inexistente da mata ciliar e impacta o meio ambiente e a qualidade de vida das populações (OLIVEIRA; PEREIRA; VIEIRA, 2011). As condições existentes são inadequadas, já que não há cobertura de mata ciliar, e o impacto é elevado sobre o meio ambiente. Portanto, a severidade classifica-se como elevada, e o risco é não tolerável, sendo necessário priorizar a adoção de medidas de controle para redução do risco a níveis toleráveis.

3.3.4 Sistema de esgotamento sanitário

Quanto ao componente esgotamento sanitário, não há sistema coletivo na comunidade. No entanto, identificou-se que todos os domicílios são atendidos por soluções individuais de esgotamento sanitário (fossa rudimentar), cabendo aos gestores a proposição de soluções tecnológicas de tratamento individual para águas cinzas e/ou águas fecais.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu concluir que:

- A “técnica matriz de probabilidade/consequência” permite avaliar os riscos das populações expostas às condições de saneamento a nível domiciliar de forma individualizada (a nível domiciliar). No entanto, a aplicação da matriz pode ser realizada nos sistemas coletivos de saneamento por componente e/ou etapa, podendo ser necessária a avaliação de soluções individuais de forma coletiva.
- O método proposto permite identificar um evento perigoso, considerando-se um grupo de fatores de riscos e a sua rota de contaminação.
- O PAR proposto cumpriu com o objetivo, evidenciou situações críticas na comunidade avaliada e apontou que a situação em geral, sobre as condições do saneamento básico e saúde, remete à necessidade de maior atenção dos gestores e implementação de políticas públicas efetivas.
- Quanto ao abastecimento de água, a situação mais preocupante foi observada no fornecimento de água sem tratamento, especificamente sem a desinfecção, que atingiu nível de risco não tolerável, além da baixa aderência a barreiras de proteção no intradomicílio.
- Sobre o componente manejo dos resíduos sólidos, mesmo a prefeitura fazendo a coleta de resíduos ao menos uma vez por semana, um total de 83,3% dos domicílios faz uso desse serviço, necessitando a adesão de todos os moradores. Assim, em 50% dos domicílios que separavam os resíduos secos, a prática da queima e a forma de destinação final são existentes.
- Quanto à erosão e ao assoreamento existentes na comunidade, identificaram-se riscos moderados e não toleráveis, apesar da existência precária de soluções técnicas compensatórias e/ou de dispositivos de drenagem.
- Do ponto de vista da saúde, o cenário encontrado na comunidade foi de prevalência de marcadores de dengue e de chikungunya, podendo estar associados à proliferação de vetores em função da segregação dos resíduos domésticos intradomiciliares, de forma inadequada, e ao acúmulo de resíduos nos pontos de coleta da prefeitura.

Por fim, a implantação de um PAR em áreas rurais é um grande desafio, uma vez que, na maioria dessas áreas, há: singularidades nos sistemas e nas soluções de saneamento básico existentes; limitações e inexistência de dados e informações, além do conhecimento e da experiência da equipe de avaliação de riscos. Neste sentido, recomenda-se a aplicação do PAR em outras áreas rurais, além de integrar os resultados encontrados às políticas públicas, visando às melhorias e à priorização de investimentos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), pelo suporte financeiro, através do projeto intitulado Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás (SanRural) - TED 05.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/NBR/ISO/IEC 31.000**: Gestão de riscos – Diretrizes. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/28977/abnt-nbriso31000-gestao-de-riscos-diretrizes>. Acesso em 14 dez. 2022.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/NBR/ISO/IEC 31010**: Gestão de riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/31798/nbriso-iec31010-gestao-de-riscos-tecnicas-para-o-processo-de-avaliacao-de-riscos>. Acesso em 14 dez. 2022.

ALI, Mohammad *et al.* The global burden of cholera. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 90, p. 209-218, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2471/BLT.11.093427>. Acesso em 14 dez. 2022.

AMARAL, Luiz A. do *et al.* Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, p. 510-514, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000400017>. Acesso em 14 dez. 2022.

ANDERSON, John D. *et al.* Burden of enterotoxigenic *Escherichia coli* and shigella non-fatal diarrhoeal infections in 79 low-income and lower middle-income countries: a modelling analysis. **The Lancet Global Health**, v. 7, n. 3, p. 321-330, 2019. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30483-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30483-2). Acesso em 14 dez. 2022.

ARAÚJO, Valdelaine E. M. *et al.* Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do Global Burden of Disease Study 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia** [online], v. 20, s. 1, p. 205-216, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050017>. Acesso em 14 dez. 2022.

ATSDR. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Public Health Assessment Guidance Manual**, 2005. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamanual/toc.html>. Acesso em: 10 dez. 2021.

AZEVEDO, Ramona C. M. de. **Uso de tecnologias sociais para adequação da qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/14995>. Acesso em 02 out. 2022.

BARBOSA, Luíza de M. M.; MACHADO, Cícera B. Glossário de Epidemiologia e Saúde. In: ROUQUAYROL, M. Z.; GURGEL, M. (editors). **Rouquayrol: Epidemiologia & Saúde**. 8. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2018. p.679-710. Disponível em: <https://ulbra-to.br/cursos/Enfermagem/download/2020/02/28/Livro-Epidemiologia-e-Saude/download>. Acesso em 14 dez. 2022.

BARTRAN, Jamie *et al.* **Water Safety Plan Manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers**. Genebra: WHO Library, 2009. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/75141>. Acesso em 14 dez. 2022.

BAYBUTT, Paul. Designing Risk Matrices to Avoid Risk Ranking Reversal Errors. **Process Safety Progress**, v. 35, n. 1, p. 41-46, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/prs.11768>. Acesso em 14 dez. 2022.

BAZGIR, Akram B.; MOHAMMADI, Hamed; PIRSARAEI, Seyed R. A. Risk assessment of drinking water supply and distribution system of Zanjan City from Tahm dam using water safety plan. **Desalination and Water Treatment**, v. 207, p. 213-220, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.26419>. Acesso em 14 dez. 2022.

BEZERRA, Nolan. R. Aplicação da técnica Delphi para validação dos métodos a serem utilizados no sistema em plataforma web para implantação de plano de segurança da água. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 29-40, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/gesta.v6i1.21957>. Acesso em 14 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. de 2007. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-pl.html>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 7 abr. 2008. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-396-de-3-de-abril-de-2008/view>. Acesso em 14 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. 8. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2010a. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_infecciosas_parasitaria_guia_bolso.pdf Acesso em: 03 out. 2022.

BRASIL. Lei Federal n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm. Acesso em 14 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde**: um olhar do SUS. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf. Acesso em 02 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil**: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 84p. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/dengue/manual_liraa_2013.pdf/view. Acesso em 02 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019. 260p. ISBN: 978-85-7346-065-0. Disponível em: www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf. Acesso em 02 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019. 547p. Disponível em: www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/Manual_de_Saneamento_Funasa_5a_Edicao.pdf/278113a8-2cda-4b9f-8611-9087912c9dff. Acesso em 02 out. 2022

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**: Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes Aegypti (dengue, chikungunya e zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 46, 2020. [online]. Brasília: Ministério da Saúde, v. 51, n. 48, 2020a. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2020/boletim_epidemiologico_svs_48.pdf Acesso em 14 dez. 2022.

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, [...], a Lei nº 10.768, [...], a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, [...], a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, [...], a Lei nº 13.089, [...], e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 jul. de 2020b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em 01 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico Malária**. [online]: MS/CGDI, Número Especial, 2020b. ISSN 9352-7864. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2020/dezembro/03/boletim_especial_malaria_1dez20_final.pdf. Acesso em 01 out. 2022

BRASIL. Portaria Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 85, p. 127. 7 maio 2021. seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em 14 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico de Hepatites Virais** [online]: MS/CGDI, n. especial, 79 p., jun. 2022a. ISSN 9352-7864. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2022/boletim-epidemiologico-de-hepatites-virais-2022-numero-especial>. Acesso em 14 dez. 2022.

CANHOLI, Aluísio P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 372 p., 2005. ISBN 978-85-7975-160-8.

COSTA, Adilson B. D.; LOBO, Eduardo A.; SOARES, Jocelene; KIRST, Alcido. Desfluoretação de águas subterrâneas utilizando filtros de carvão ativado de osso. **Revista Águas Subterrâneas**, Santa Cruz do Sul, v. 27, n. 3, p. 60-70, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ras.v27i3.27382>. Acesso em 14 dez. 2022.

COX JUNIOR, Louis A. What's Wrong with Risk Matrices? **Risk Analysis**, v. 28, n. 2, p. 497-512, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x>. Acesso em 14 dez. 2022.

FERNANDES, Caroline V. *et al.* Estudo da qualidade das águas processadas em filtros de barro tradicionais contrapondo os filtros modernos. **Química: ciência, tecnologia e sociedade**. Campina Grande, v. 3, n. 1, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/chenpro-5erq-qan1>. Acesso em 14 dez. 2022.

GBD. GLOBAL BURDEN OF DISEASE. **Global Burden of Disease Study 2019, Results**. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2021. Disponível em: <https://www.healthdata.org/gbd/2019> Acesso em 14 dez. 2022.

GODFREY, Sam; PREM CHAND, Ch; ANWAR, Md; VENKATESWARA RAO, C. Water-safety plans for piped supplies with limited data – a case study from India. **Waterlines**, v. 23, n. 4, p. 19-21, 2005. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24684702>. Acesso em 02 out. 2022.

GOOGLE EARTH. **Google Satellite**. EPSG:3857 - WGS 84 / Pseudo-Mercator – Projetado. 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=27413&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 14 dez. 2022.

KOVÁTS, Nora. *et al.* Ecotoxic emissions generated by illegal burning of household waste. **Chemosphere**, [S.L.], v. 298, p. 134263, jul. 2022. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134263>. Acesso em 14 dez. 2022.

LANE, Kaycie; FULLER, Megan; STANHOPE, Toni; STODDART, Amina. Exploring the Use of a Sanitation Safety Plan Framework to Identify Key Hazards in First Nations Wastewater Systems. **Water**, v. 13, n. 11, p. 1454, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w13111454>. Acesso em 14 dez. 2022.

LIMA, Priscila de M.; PAULO, Paula L. Solid-waste management in the rural area of Brazil: a case study in Quilombola communities. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 20, n. 3, p. 1583-1593, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0722-9>. Acesso em 14 dez. 2022.

MARINHESKI, Vanderlei. A erosão em estradas não pavimentadas na bacia do rio do atalho em cruz machado. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 117-127, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v35i2.28802>. Acesso em 14 dez. 2022.

MILLER, Rachael; WHITEHILL, Bruce; DEERE, Dan. A national approach to risk assessment for drinking water catchments in Australia. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 5, n. 2, p. 123-134, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/ws.2005.0029>. Acesso em 14 dez. 2022.

MONCADA BARRAGÁN, J. L.; CUESTA, Lacumí D. I.; RODRIGUEZ SUSA, M. S. Quantitative microbial risk assessment to estimate the public health risk from exposure to enterotoxigenic *E. coli* in drinking water in the rural area of

Villapinzon, Colombia. **Microbial Risk Analysis**, v. 18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mran.2021.100173>. Acesso em 14 dez. 2022.

MORITA, Alice K.M.; *et al.* Pollution threat to water and soil quality by dumpsites and non-sanitary landfills in Brazil: a review. **Waste Management**, [S.L.], v. 131, p. 163-176, jul. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.004>. Acesso em 14 dez. 2022.

MURRAY, Christopher J.; LOPEZ, Alan D. Global health statistics: a compendium of incidence, prevalence and mortality estimates for over 200 conditions. In: **Global health statistics: a compendium of incidence, prevalence and mortality estimates for over 200 conditions**. 1996. p. 906-906. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41848>. Acesso em 01 out. 2022

OLIVEIRA, Luciana C. de; PEREIRA, Roberto; VIEIRA, Janine R. G. Análise da degradação ambiental da mata ciliar em um trecho do rio Maxaranguape – RN: uma contribuição à gestão dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte – Brasil, **Holos**, v. 5, 2011, p. 49-66. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2011.595>. Acesso em 14 dez. 2022.

PAGOTTO, Valéria *et al.* Aspectos da saúde. In: SCALIZE, P. S. (org.). **Diagnóstico técnico participativo da Comunidade Arraial da Ponte: Água Limpa – Goiás**: 2018, v. 10, cap. 5. Goiânia: Cegraf UFG, 2020. p. 103-126. E-book (206p.). (Coleção DTP Projeto SanRural). Disponível em: https://sanrural.ufg.br/wp-content/uploads/2022/02/DTP_ARRAIAL_DA_PONTE.pdf. Acesso em 02 out. 2022

PAGOTTO, Valéria *et al.* **Análise situacional dos dados clínicos da população de comunidades rurais e tradicionais do Estado de Goiás**: 2019: 2022. Goiânia: Cegraf UFG, 2022. E-book. 521p. Disponível em: https://sanrural.ufg.br/wp-content/uploads/2022/06/SanRural_DTAC_Livro_Saude_SanRural.pdf. Acesso em 02 out. 2022.

PUNDIR, Snigdha; SINGH, Rakesh; SINGH, Prashant; KANDARI, Vikash. Risk assessment and water safety planning for rural water supply in Uttarakhand, India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09609-7>. Acesso em 14 dez. 2022.

SCALIZE, Paulo Sérgio *et al.* Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. **Ambiente & água**, v. 9, n. 4, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1386>. Acesso em 14 dez. 2022.

SCALIZE, Paulo Sérgio *et al.* Aspectos Metodológicos. In: SCALIZE, P. S. (org.). **Diagnóstico técnico participativo da Comunidade Arraial da Ponte: Água Limpa – Goiás**: 2018, v. 10, cap. 1. Goiânia: Cegraf UFG, 2020a. p. 21-40. E-book. 214p. (Coleção DTP Projeto SanRural). Disponível em: https://sanrural.ufg.br/wp-content/uploads/2022/02/DTP_ARRAIAL_DA_PONTE.pdf. Acesso em 02 out. 2022

SCALIZE, Paulo Sérgio *et al.* Aspectos do Saneamento. In: SCALIZE, P. S. (org.). **Diagnóstico técnico participativo da Comunidade Arraial da Ponte: Água Limpa – Goiás**: 2018, v. 10, cap. 6. Goiânia: Cegraf UFG, 2020b. E-book. 214p. (Coleção DTP Projeto SanRural). Disponível em: https://sanrural.ufg.br/wp-content/uploads/2022/02/DTP_ARRAIAL_DA_PONTE.pdf. Acesso em 02 out. 2022

SCALIZE, Paulo Sérgio *et al.* **Disponibilidade hídrica em comunidade rurais e tradicionais do Estado de Goiás – 2020**: 2021. Goiânia: Cegraf UFG, 2021a. E-book. p. 615. Disponível em: https://sanrural.ufg.br/wp-content/uploads/2021/07/DTDH_SanRural_Final_-1.pdf. Acesso em 02 out. 2022

SCALIZE, Paulo Sérgio *et al.* Physicochemical, microbiological quality, and risk assessment of water consumed by a quilombola community in midwestern Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 27, p. 35941-35957, 2021b. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13146-8>. Acesso em 14 dez. 2022.

SCALIZE, Paulo Sérgio *et al.* Qualidade da água da Comunidade Arraial da Ponte. In: SCALIZE, P. S. (org.). **Diagnóstico Técnico da Qualidade da Água de Comunidades Rurais e Tradicionais do Estado de Goiás – 2019**. Goiânia: Cegraf UFG, 2022. E-book. Disponível em: <https://sanrural.ufg.br/blog/2021/07/31/comunidade-arraial-da-ponte/>. Acesso em 14 dez. 2022.

SCARATTI Dirceu; BEZERRA, Nolan R. Aspectos conceituais, legais e técnicos do saneamento básico rural. Tema 1 - Aspectos conceituais e legais do saneamento e sua relação com a saúde. Goiânia (Brasil): CEGRAF UFG, 2020. p. 5-25. **Curso de especialização de saneamento e saúde ambiental**: saneamento básico rural. E-book. Disponível em:

https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/01-1.html. Acesso em out. 2022.

TSITSIFLI, Savroula; TSOUKALAS, Dionysios S. Water Safety Plans and HACCP implementation in water utilities around the world: benefits, drawbacks and critical success factors. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 18837-18849, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07312-2>. Acesso em 14 dez. 2022.

UN. UNITED NATIONS. **The Sustainable Development Goals Report 2022**. New York: United Nations Publications, 2022. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf>. Acesso em 14 dez. 2022.

UN. UNITED NATIONS. **Resolution n. 64/292** - The human right to water and sanitation General Assembly. United Nations Publications: New York, 2010. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N09/479/35/PDF/N0947935.pdf?OpenElement>. Acesso em 14 dez. 2022.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for Drinking-water Quality**. Fourth edition. Malta: World Health Organization, 2011. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf. Acesso em 14 dez. 2022.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water safety planning for small community water supplies: step-by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities**. Malta: World Health Organization, 2012. 55p. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75145/9789241548427_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 14 dez. 2022.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Sanitation safety planning. **Notes and Queries**. Villars-sous-Yens: World Health Organization, 2016. p. 156. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549240549240>. Acesso em 14 dez. 2022.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**: fourth edition incorporating the first Addendum. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em 14 dez. 2022.