Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO POR COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI E SUA ASSOCIAÇÃO COM DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA: CONSTRUÇÃO DE UM MAPA DE RISCO DO MUNICIPIO DE SOBRAL/CE

CAPES ANA ProfÁgua UFCG Universidade Federal de Campina Grande

Universidade Federal de Campina Grande

Mestrado Profissional em Rede Nacional em

Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

PROFÁGUA

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE UM MAPA DE RISCO DO MUNICIPIO DE SOBRAL/CE

Adriana Alves de Lima

Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Richarde Marques da Silva

Docente na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Atua nas seguintes áreas: Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Geociências, e Geografia Física, com ênfase em modelagem hidrológica, análise do uso e ocupação do solo, erosão dos solos, e produção de sedimentos. Atualmente é Professor Associado III, Chefe do Departamento de Geociências/CCEN/UFPB, e Conselheiro Representante do CCEN no CONSUNI/UFPB.

SUMÉ - PB

2025

Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido

ProfÁgua

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de risco e sua distribuição espacial dos pontos de baixo, médio e alto risco

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das localidades por níveis de contaminação e os riscos para saúde.

SUMÁRIO

1. Introdução……06

2. Caracterização da Área……07

3. Análise Técnica……07

3.1 Classificação do mapa de risco……07

4. Analise de risco da qualidade da água e seus impactos das doenças……11

5. Conclusão……15

6. Referências……20

1. INTRODUÇÃO

A qualidade microbiológica da água é essencial para a saúde pública, pois microrganismos patogênicos podem causar doenças como diarreias, hepatite A e cólera. Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017), a contaminação da água por bactérias, vírus e parasitas é uma das principais causas de doenças em populações sem acesso a água segura. Bain et al. (2014) também destacam que a presença de indicadores como *Escherichia coli* está ligada a riscos elevados à saúde, especialmente em áreas com saneamento inadequado. Portanto, monitorar esses parâmetros é fundamental para prevenir doenças e garantir água segura.

No contexto brasileiro, Freitas et al. (2010) destacam que a falta de infraestrutura adequada de saneamento e o despejo de esgoto em corpos hídricos são os principais responsáveis pela contaminação microbiológica da água, aumentando os riscos de surtos de doenças. Portanto, a vigilância da qualidade da água e a implementação de medidas preventivas são essenciais para reduzir a carga de doenças associadas à contaminação microbiológica.

Diante desse cenário, a análise da contaminação microbiológica da água e sua associação com doenças de veiculação hídrica torna-se fundamental para identificar áreas de risco e subsidiar políticas públicas de saneamento. Este estudo tem como objetivo analisar os parâmetros de coliformes totais e *Escherichia coli* em relação às doenças de veiculação hídrica em um período de cinco anos, visando a elaboração de um mapa de risco. A partir disso, espera-se contribuir para a prevenção de doenças e a promoção da saúde pública.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Sobral é um município localizado no noroeste do estado do Ceará, a aproximadamente 230 km da capital Fortaleza. Reconhecido como um importante polo regional de desenvolvimento econômico, educacional e cultural, a cidade possui uma população estimada em 215.286 mil habitantes (IBGE, 2023). A cidade possui clima semiárido e destaca-se por sua infraestrutura em saúde e educação, sendo referência em políticas públicas. No entanto, ainda enfrenta desafios em saneamento básico e qualidade da água, impactando a saúde da população.

3. ANALISE TECNICA

3.1 Classificação do Mapa Risco

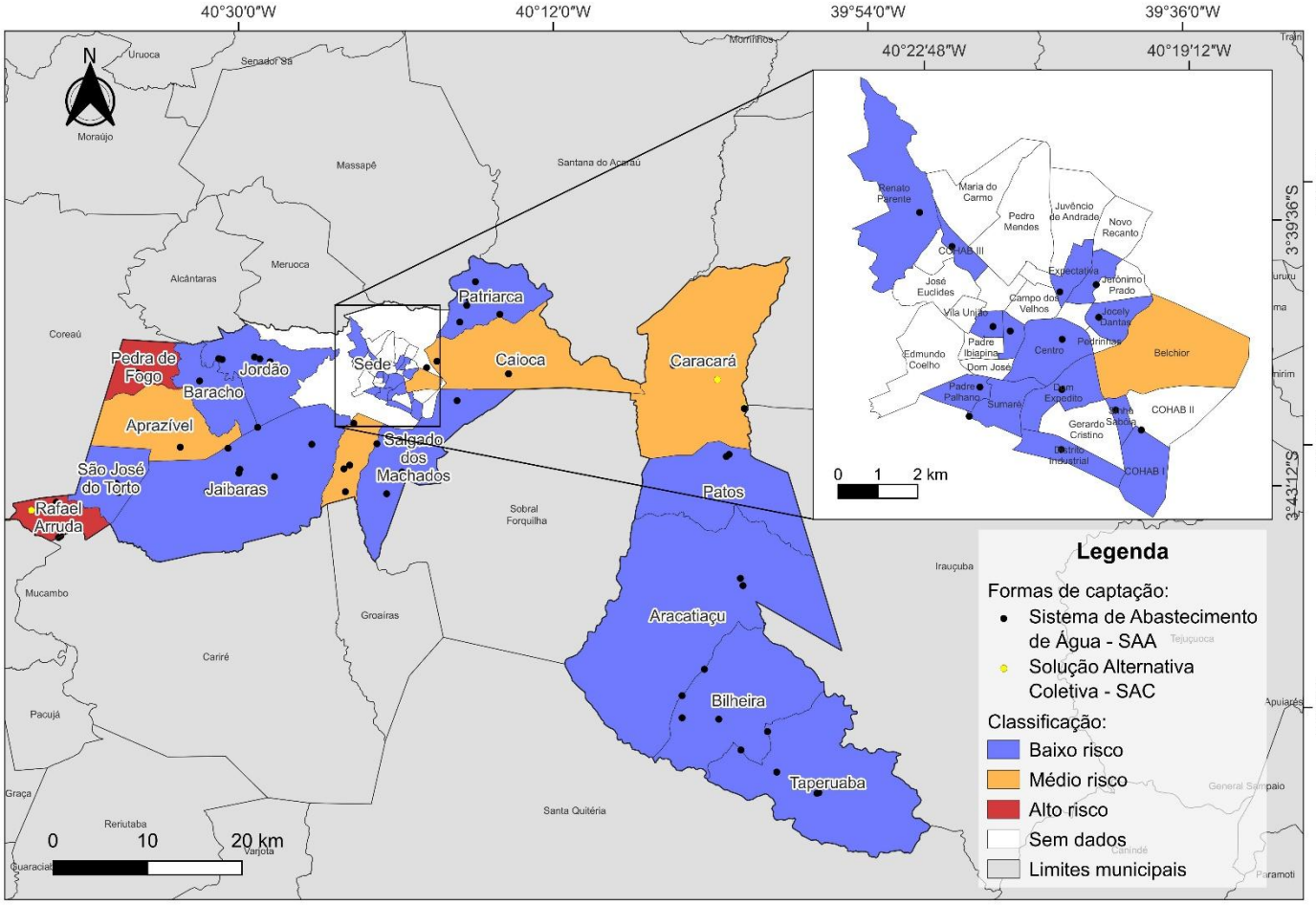
A Para a elaboração do mapa de risco, os pontos de coleta foram classificados com base na frequência de detecção de *coliformes totais* e *Escherichia coli*. A classificação foi estabelecida em três categorias de risco:

- Baixo risco (0 a 20% de ocorrência de contaminantes): Pontos que apresentaram baixa frequência de detecção de *coliformes totais e E. coli*, indicando condições satisfatórias de qualidade da água.

- Médio risco (21 a 60% de ocorrência de contaminantes): Pontos com detecção moderada de contaminantes, sugerindo a necessidade de monitoramento contínuo e intervenções pontuais.

- Alto risco (61 a 100% de ocorrência de contaminantes): Pontos com alta frequência de detecção de contaminantes, indicando condições críticas que demandam ações imediatas para mitigação dos riscos à saúde pública.

Devido à divisão territorial, algumas localidades pequenas, como povoados, foram agrupadas dentro de distritos maiores. Assim com base nessa classificação, foi elaborado um mapa de risco, espacializando a distribuição dos pontos de coleta e suas respectivas categorias de risco. O mapa ilustra a distribuição espacial dos pontos de baixo, médio e alto risco na região estudada, destacando a concentração de vulnerabilidades. Para sua construção, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento no software ArcGIS, permitindo uma visualização precisa das áreas críticas (Figura 01 - Mapa de Risco).



Fonte: Autoria própria (2025).

Foram analisadas 61 localidades, classificadas em três níveis de risco: baixo, médio e alto. A seguir, discutimos as características principais de cada grupo, destacando os desafios comuns e as medidas necessárias para mitigar os problemas.

Localidades de Baixo Risco em azul

Características Principais:

- Acesso a sistemas de abastecimento de água tratada e infraestrutura adequada.
- Baixa incidência de contaminação por coliformes totais e E.scherichecoli
- Presença de esgotamento sanitário ou soluções adequadas para tratamento de esgoto.

Recomendações: Manter a qualidade do serviço e investir em monitoramento contínuo para evitar retrocessos.

Localidades de Médio Risco em laranja

No início das análises, o sistema de abastecimento de Aprazível enfrentou intercorrências, como interrupções no fornecimento de água. Atualmente, houve uma melhoria significativa no sistema, garantindo um abastecimento mais regular. A classificação de médio risco (laranja) se deve principalmente aos problemas identificados no início das coletas.

Caioca e Marrecas, devido à divisão territorial a localidade de Marrecas está inserida no distrito de Caioca. No início das coletas, o abastecimento era precário, e Marrecas recebia água sem tratamento adequado. Atualmente, ambas as localidades são abastecidas pelo sistema melhor, que trouxe avanços significativos nos últimos anos, garantindo água tratada para a população. No entanto, em Caioca, ainda persistem intercorrências no sistema, o que afeta a regularidade do abastecimento.

Caracará, devido à divisão territorial do mapa, Caracará engloba as

localidades como Casinhas (SAA), Carnaúbas (SAC) e Poço Sohidra (SAC). A região dispõe de duas modalidades de abastecimento: o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e a Solução Alternativa Coletiva (SAC), que utiliza um poço sem tratamento. Essa última opção gera grande preocupação, uma vez que todas as soluções alternativas demandam atenção especial devido aos resultados insatisfatórios constantes. Apesar da disponibilidade de água tratada por meio do SAA na sede do distrito, Caracará, a população demonstra preferência pelo uso do Poço Sohidra (SAC), o que eleva o risco de contaminação em razão da ausência de tratamento adequado.

Recomendações:

- Expandir e fortalecer o SAA para cobrir todas as localidades, garantindo água tratada e contínua.
- Conscientizar a população sobre os riscos da água não tratada e os benefícios do SAA.
- Monitorar e fiscalizar as fontes alternativas (SAC) e, se possível, implementar tratamento básico.
- Investir em manutenção e gestão do sistema para evitar interrupções.
- Envolver a comunidade no planejamento e decisões para garantir soluções adequadas e aceitas.

Localidades de Alto Risco em vermelho

As localidades de alto risco enfrentam problemas críticos no abastecimento de água, com impactos significativos na saúde pública. Além da falta de tratamento de água e esgotamento sanitário, muitos desses locais sofrem com a distância do reservatório, a ausência de reforço de cloro e a necessidade de reformas estruturais no sistema de abastecimento.

Algumas localidades, devido à divisão do território, estão inseridas em distritos maiores, como Rafael Arruda (Recreio, Ouro Branco).

Recreio (SAC): É abastecida por um poço que não recebe tratamento de água, dependendo de uma Solução Alternativa Coletiva (SAC). Além disso, a área não possui sistema de esgotamento sanitário, o que aumenta o risco de contaminação das fontes de água. Análises realizadas mostram que 100% das coletas de água apresentam presença de *coliformes totais* e *Escherichia coli*, indicando contaminação por matéria fecal. Abastecida por um poço sem tratamento de água; Não possui sistema de esgotamento sanitário; 100% das coletas tem Presença de *coliformes totais* e *Escherichia coli*, representando alto risco à saúde.

Ouro Branco e Pedra de Fogo (SAA): A localidade de Ouro Branco recebe água tratada por meio de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA). No entanto, o reservatório de abastecimento está localizado a uma distância considerável, o que exige reforço de cloro na localidade para manter a qualidade da água. Atualmente, esse reforço não está sendo realizado, facilitando a contaminação da água por coliformes totais e *Escherichia coli*. Além disso, a falta de esgotamento sanitário na área agrava o problema, aumentando o risco de contaminação das fontes de água e colocando a saúde da população em risco**.**

Recomendações:

- Priorizar a implantação de sistemas de tratamento de água e esgoto.
- Realizar reforço de cloro em locais distantes do reservatório.
- Desenvolver ações emergenciais para garantir o acesso à água segura.

4. Análise de Risco da Qualidade da Água e Impacto das Doenças de Veiculação Hídrica

A tabela 01 abaixo apresenta a classificação das localidades em baixo, médio e alto risco, com base na análise da qualidade da água, considerando a presença de *coliformes totais* e *Escherichia coli*, destacando as áreas com maior vulnerabilidade e necessidade de intervenção. A tabela também inclui a classificação das localidades por níveis de contaminação, casos de doenças e o risco para a saúde pública. Entre as doenças de veiculação hídrica confirmadas

pela Secretaria de Saúde do município estão: toxoplasmose (incluindo toxoplasmose congênita e em gestantes), leptospirose e esquistossomose.

TABELA 01 Classificação das áreas de risco

Classificação da área	Localidade	Casos de Doenças Relacionadas (Média por Localidade)	Média de Coliformes Totais (%)	Média E. coli	Riscos para saúde
🟢 Baixo Risco	Vila Miranda COHAB II COHB III Distrito Industrial Dom Expedito Expectativa Jocely Dantas Renato Parente Sumaré Aracatiaçu Baracho Bilheira Caioca Caracará Jordão Patos Rafael Arruda Salgado dos Machados Taperuaba	2 – 5 casos	Até 5%	0%	Baixo risco
🟡 Médio Risco	Alto da Brasília Alto do Cristo Centro Pe. Palhano Sinhá Saboia Aprazível Jaibaras Patriarca Torto	6 – 20 casos	6% a 25%	1% a 5%	Surtos localizados
🔴 Alto Risco		Acima de 20 casos	> 25%	> 5%	Alto risco de surtos e epidemias

Fonte: autoria própria, (2025).

As áreas classificadas como baixo risco são aquelas que apresentam condições favoráveis em relação à qualidade da água e à saúde pública. Essas localidades se destacam por terem uma baixa incidência de doenças relacionadas à água contaminada, além de níveis reduzidos de contaminação por coliformes totais e ausência de *escherichia coli*. Esses indicadores refletem

um ambiente com saneamento básico adequado e um sistema de abastecimento de água eficiente, o que contribui para a saúde e o bem-estar da população.

Nessas áreas, a média de casos de doenças relacionadas à água contaminada varia entre 2 e 5 casos, o que é considerado um número baixo e controlado. Além disso, a presença de coliformes totais na água é de até 5%, um valor dentro dos limites aceitáveis para o consumo humano. Outro fator importante é a ausência de *Escherichia coli*, uma bactéria que indica contaminação fecal. A média da mesma nessas localidades é de 0%, o que demonstra que a água está livre desse tipo de contaminação.

Esses indicadores resultam em um baixo risco para a saúde, com poucas chances de surtos ou epidemias relacionadas à água. No entanto, mesmo com condições favoráveis, é fundamental manter o monitoramento constante e investir em ações preventivas para garantir que a qualidade da água e as condições sanitárias permaneçam adequadas.

As áreas de baixo risco representam um cenário positivo em relação à qualidade da água e à saúde pública. No entanto, a vigilância constante e o investimento em ações preventivas são essenciais para manter esses indicadores dentro dos padrões desejáveis e evitar qualquer deterioração nas condições atuais.

As áreas classificadas como Médio Risco representam locais onde há uma situação intermediária em relação à qualidade da água e à saúde pública. Essas localidades apresentam indicadores que exigem atenção, pois há um aumento na presença de coliformes totais e *escherichia coli*, além de uma maior incidência de doenças relacionadas à água contaminada. Embora não estejam em um cenário crítico, essas áreas demandam monitoramento constante e ações preventivas para evitar que a situação se agrave.

Nessas áreas, a média de casos de doenças relacionadas à água contaminada varia entre 6 e 20 casos, o que indica uma incidência moderada. A presença de coliformes totais na água está na faixa de 6% a 25%, um valor acima do ideal, mas ainda controlável. Além disso, a média de *escherichia coli* varia

entre 1% e 5%, o que sugere a existência de contaminação fecal, ainda que em níveis moderados. Esses indicadores apontam para um risco de surtos localizados, ou seja, a possibilidade de ocorrência de doenças em grupos específicos ou em áreas restritas.

as áreas de médio risco estão em uma situação que, embora não seja crítica, exige atenção e intervenções para evitar o agravamento dos indicadores. Com ações preventivas e investimentos adequados, é possível melhorar a qualidade da água e reduzir os riscos à saúde pública, garantindo um ambiente mais seguro para a população.

As áreas classificadas como Alto Risco representam locais onde a situação em relação à qualidade da água e à saúde pública é crítica. Essas localidades apresentam indicadores alarmantes, com altos níveis de contaminação por *coliformes totais* e *escherichia coli*, além de uma incidência elevada de doenças relacionadas à água contaminada. Esses fatores combinados resultam em um alto risco de surtos e epidemias, exigindo intervenções urgentes para proteger a saúde da população.

Nessas áreas, a média de casos de doenças relacionadas à água contaminada é acima de 20 casos, o que indica uma incidência muito alta e preocupante. A presença de coliformes totais na água ultrapassa 25%, um valor extremamente elevado e fora dos padrões aceitáveis para o consumo humano. Além disso, a média de *escherichia co*li é superior a 5%, o que confirma a existência de contaminação fecal em níveis críticos. Esses indicadores mostram que a água nessas localidades está altamente contaminada, representando um perigo iminente para a saúde das pessoas.

Embora as localidades específicas de alto risco não tenham sido detalhadas na tabela fornecida, é comum que áreas com essas características estejam associadas a condições precárias de saneamento básico, falta de infraestrutura adequada de abastecimento de água e esgotamento sanitário, além de possíveis falhas na gestão pública ou no monitoramento da qualidade da água.

5. CONCLUSÃO

A análise das 61 localidades, classificadas em três níveis de risco (baixo, médio e alto), revela uma relação direta entre a qualidade da água, a infraestrutura de saneamento básico e a incidência de doenças de veiculação hídrica. No entanto, há nuances importantes que precisam ser destacadas, especialmente em relação às áreas de alto risco, onde a presença de *coliformes totais* e *Escherichia coli* nas coletas de água não se reflete necessariamente em uma alta incidência de doenças notificadas.

Localidades de Baixo Risco (🟢)

Características Principais:

Essas áreas possuem um sistema de abastecimento de água tratada e infraestrutura de saneamento adequada, refletindo-se em indicadores positivos. A incidência de doenças relacionadas à água contaminada é baixa (2 a 5 casos), com níveis de coliformes totais abaixo de 5% e ausência de *Escherichia coli*.

Fatores positivos:

- Acesso regular à água tratada.
- Presença de esgotamento sanitário ou soluções adequadas para tratamento de esgoto.
- Monitoramento contínuo da qualidade da água.

Recomendações:

- Manter a qualidade dos serviços de abastecimento e saneamento.
- Investir em educação sanitária para a população.
- Realizar monitoramento constante para evitar retrocessos.

Localidades de Médio Risco (🟡)

Características Principais:

Essas áreas apresentam uma situação intermediária, com indicadores que exigem atenção. A incidência de doenças varia entre 6 e 20 casos, os níveis de coliformes totais estão entre 6% e 25%, e a presença de *escherichia coli* varia de 1% a 5%. Problemas como interrupções no abastecimento, uso de soluções alternativas coletivas (SAC) sem tratamento e falta de esgotamento sanitário contribuem para esse cenário.

Exemplos e Desafios:

Aprazível: Melhorias recentes no sistema de abastecimento.

Caioca e Marrecas: Houve avanços significativos no sistema de abastecimento de água, com melhorias de grande relevância para a população. No entanto, em Caioca, ainda persistem intercorrências que afetam a regularidade e a qualidade do serviço, demandando atenção contínua para solucionar esses problemas.

Caracará: Uso de poços sem tratamento (SAC): A preferência da população pelo abastecimento por poços, mesmo com a disponibilidade de água tratada (SAA) na sede do distrito de Caracará, é uma questão preocupante. Essa escolha, aliada à falta de tratamento nas soluções alternativas coletivas (SAC), é um dos principais fatores que elevam o risco na localidade para o nível médio. A utilização de poços sem tratamento adequado representa um risco significativo à saúde, exigindo ações de conscientização e intervenções para garantir o acesso à água segura.

Recomendações:

- Expandir e fortalecer o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) para cobrir todas as localidades.
- Conscientizar a população sobre os riscos da água não tratada.
- Implementar tratamento básico nas soluções alternativas coletivas (SAC).
- Investir em manutenção e gestão do sistema para evitar interrupções.

Localidades de Alto Risco (🔴)

Características Principais:

Essas áreas enfrentam problemas críticos, com níveis de coliformes totais superiores a 25% e presença de *Escherichia coli* acima de 5%. No entanto, é importante destacar que, embora a qualidade da água seja alarmante, a incidência de doenças notificadas não reflete necessariamente o mesmo nível de risco. Isso pode ser explicado por subnotificação, já que muitas pessoas podem sentir sintomas e não procurar atendimento médico.

Exemplos e Desafios:

- Recreio (SAC): Abastecida por um poço sem tratamento, com 100% das coletas contaminadas por *coliformes totais e Escherichia coli*.
- Ouro Branco e Pedra de Fogo (SAA): Recebem água tratada, mas a distância do reservatório e a falta de reforço de cloro facilitam a contaminação.

Lado Positivo:

Apesar da alta contaminação da água, a incidência de doenças notificadas não atingiu níveis críticos, o que pode indicar que a população está adotando medidas preventivas ou que os casos não estão sendo registrados adequadamente.

Alerta:

A subnotificação de casos é uma preocupação significativa. Muitas pessoas podem estar sentindo sintomas leves e não procurando atendimento médico, o que mascara a real situação de saúde pública. Além disso, a presença de *coliformes* e *Escherichia coli* em níveis elevados representa um risco iminente de surtos e epidemias, exigindo atenção imediata.

Recomendações:

- Priorizar a implantação de sistemas de tratamento de água e esgoto.
- Realizar reforço de cloro em locais distantes do reservatório.
- Desenvolver ações emergenciais para garantir o acesso à água segura.
- Intensificar a vigilância epidemiológica para identificar casos não notificados.
- Promover campanhas de conscientização para incentivar a população a buscar atendimento médico em caso de sintomas.

A classificação das localidades em baixo, médio e alto risco evidencia a importância do saneamento básico e do abastecimento de água tratada para a saúde pública. As áreas de baixo risco servem como exemplos de boas práticas, onde a infraestrutura adequada e o monitoramento constante garantem a qualidade da água e a segurança da população. No entanto, mesmo nessas áreas, a manutenção e o investimento contínuo são essenciais para evitar retrocessos.

As áreas de médio risco demandam atenção imediata, pois apresentam indicadores que, embora não sejam críticos, podem se agravar rapidamente. A expansão do sistema de abastecimento de água tratada, a conscientização da população e a melhoria das soluções alternativas são medidas prioritárias para evitar a evolução para um cenário de alto risco.

Já as áreas de alto risco representam um desafio urgente, com indicadores alarmantes de contaminação da água. Embora a incidência de doenças notificadas não reflita o mesmo nível de risco, a subnotificação é uma preocupação significativa. A falta de tratamento de água, a ausência de esgotamento sanitário e a contaminação fecal exigem intervenções emergenciais, como a implantação de sistemas de tratamento, reforço de cloro e ações de educação sanitária.

Em resumo, a melhoria da qualidade da água e das condições sanitárias

nas localidades de médio e alto risco requer um esforço coordenado entre governo, comunidade e instituições. Investimentos em infraestrutura, monitoramento constante e educação em saúde são fundamentais para reduzir os riscos e garantir um ambiente seguro e saudável para toda a população. A análise desses dados reforça a necessidade de políticas públicas eficazes e ações integradas para enfrentar os desafios do saneamento básico e da saúde pública.

A análise das 61 localidades revela um cenário heterogêneo, com desafios específicos para cada nível de risco. Enquanto as localidades de baixo risco servem como exemplos positivos, as de médio e alto risco demandam ações urgentes para garantir o acesso à água segura e promover a saúde pública. Investimentos em infraestrutura, tratamento de água e esgoto, além de programas de conscientização, são essenciais para reduzir os riscos e melhorar a qualidade de vida nessas áreas.

6. REFERÊNCIAS

Bain, R., et al. (2014). Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. Tropical Medicine & International Health, 19(8), 917-927. DOI: 10.1111/tmi.12334

CÉLULA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água no Município de Sobral/CE: Secretaria da Saúde, 2025.

Freitas, C. M., et al. (2010). Vigilância em Saúde Ambiental: Relação entre Qualidade da Água e Doenças de Veiculação Hídrica. Saúde em Debate, 34(85), 177-190.

SECRETARIA DA SAÚDE. Coordenação em Saúde. Relatório Anual de Doenças Diarreicas no Município. Cidade: Secretaria da Saúde, 2025.

WHO (World Health Organization). (2017). Guidelines for Drinking-water Quality. 4ª ed. Genebra: WHO.