

Artigo de Pesquisa

NOS CAMINHOS DAS ÁGUAS, A RETOMADA DA SAÚDE YANOMAMI

On The Paths of Waters, The Recovery of *Yanomami's* Health

Gina Luísa Carvalho Boemer¹, Isabela Freitas Vaz², Daniel de Oliveira d'El Rei Pinto³, Pedro Paulo Basta⁴, José Luiz Marmos⁵, Alexandre Pessoa Dias⁶, Paulo Cesar Basta⁷

¹ Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: ginacboemer@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-8683-0559>

² Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: freitasvaz.isabela@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0005-0336-4277>

³ Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: daniel@habitatgeo.com.br

 <https://orcid.org/0009-0008-4661-1356>

⁴ Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: ppbastapedro@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-5801-778X>

⁵ Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Superintendência Regional de Manaus. Manaus - AM, Brasil. E-mail: jose.marmos@sgb.gov.br

⁶ Fundação Oswaldo Cruz, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Laboratório de Educação Profissional em Vigilância em Saúde, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: alexandre.pessoa@fiocruz.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5594-7221>

⁷ Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: paulo.basta@fiocruz.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0804-0413>

Recebido em 29/04/2024 e aceito em 29/10/2024



RESUMO: Historicamente, as taxas de mortalidade infantil nas crianças indígenas são desproporcionalmente mais altas que nas crianças pertencentes a outras categorias de cor ou raça, no Brasil. Aproximadamente 75% das mortes notificadas em crianças indígenas são por causas evitáveis, reduzíveis por ações preventivas, de diagnóstico ou tratamento. Dentre estas, destacam-se a doença diarreica aguda (DDA), a desidratação e a desnutrição. Este estudo visou analisar a qualidade das águas de rios, poços e torneiras utilizadas para consumo humano, nas comunidades Ariabú e Maturacá, na Terra Indígena Yanomami, Amazônia-Brasil. Realizou-se trabalho de campo em janeiro e setembro de 2023, momento em que foram realizadas entrevistas comunitárias, observação participante, e foram amostrados 26 pontos para análise da qualidade da água. Como referência, utilizamos os parâmetros definidos na Resolução Conama 357/2005 e na Portaria GM/MS 888/2021. Em campo, foram feitas medições in situ com sonda multiparamétrica, e medição de cloro residual livre nas torneiras. Nos mananciais superficiais (águas naturais), foram observados: pH >6; turbidez média, cor real e aparente altas, baixa concentração de nutrientes, temperaturas médias de 24°C e oxigênio dissolvido baixo. Em alguns pontos, as concentrações de coliformes ultrapassaram 2419 NMP/100mL, excedendo muitas vezes o limite recomendado como seguro, estando inviável até para banho. Em águas de abastecimento, as análises revelaram que as amostras atenderam os parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação. No entanto, o hábito da população local de consumir águas naturais, provenientes dos rios da região, onde foram detectadas altas concentrações de coliformes fecais, em pontos próximos das comunidades, revela a estreita associação entre o consumo de água contaminada e a elevada frequência de desidratação, desnutrição e diarreia nos territórios.

Palavras-chave: Saúde Indígena; Saneamento; Água Potável; Tecnologias Sociais; Determinantes Sociais da Saúde

ABSTRACT: Indigenous infant mortality rates in Brazil remain disproportionately higher compared to other racial and ethnic groups. Approximately 75% of deaths among indigenous children are attributable to preventable conditions, including acute diarrheal disease (ADD), dehydration, and malnutrition. This study aimed to assess the quality of water sources used for human consumption in the Ariabú and Maturacá communities within the Yanomami Indigenous Land, Amazonia-Brazil. Fieldwork was conducted in January and September 2023, involving community interviews, participant observation, and water sampling at 26 locations. Water quality parameters were evaluated based on Conama Resolution 357/2005 and GM/MS Ordinance 888/2021. In situ measurements were performed using a multiparameter probe, along with free residual chlorine testing at water taps. Surface water samples exhibited pH >6, moderate turbidity, high real and apparent color, low nutrient content, average temperatures of 24°C, and low dissolved oxygen. At several sites, coliform levels exceeded 2419 MPN/100mL, surpassing the recommended safety limit by multiple magnitudes. While physical and chemical parameters of supply water samples conformed to regulatory standards, the local practice of consuming untreated river water—where elevated fecal coliform concentrations were detected near communities—highlights the link between contaminated water consumption and the prevalence of dehydration, malnutrition, and diarrhea in these territories.

Keywords: Indigenous Health; Sanitation; Potable Water; Social Technologies; Social Determinants of Health





RESUMEN: Las tasas de mortalidad infantil entre los pueblos indígenas de Brasil son significativamente más altas en comparación con otros grupos étnicos. Alrededor del 75% de las muertes en niños indígenas se deben a causas prevenibles, como la enfermedad diarreica aguda (EDA), la deshidratación y la desnutrición. Este estudio tuvo como objetivo analizar la calidad del agua utilizada para consumo humano en las comunidades de Ariabú y Maturacá, ubicadas en la Tierra Indígena Yanomami, Amazonia-Brasil. El trabajo de campo se realizó en enero y septiembre de 2023, e incluyó entrevistas a la comunidad, observación participante y la toma de muestras en 26 puntos de agua. Los parámetros de calidad del agua se evaluaron conforme a la Resolución Conama 357/2005 y la Ordenanza GM/MS 888/2021. Las mediciones in situ se realizaron con una sonda multiparamétrica y pruebas de cloro residual libre en los grifos. Las muestras de agua superficial (agua cruda) presentaron pH >6, turbidez moderada, alto color real y aparente, bajo contenido de nutrientes, temperaturas promedio de 24°C y bajo oxígeno disuelto. En algunos puntos, los niveles de coliformes superaron los 2419 NMP/100 mL, rebasando lo límite de seguridad recomendado. Aunque las muestras de agua de suministro cumplieron con los parámetros físico-químicos establecidos por la normativa, el consumo de agua no tratada de los ríos locales, donde se detectaron altas concentraciones de coliformes fecales cerca de las comunidades, evidencia la relación entre la ingesta de agua contaminada y la alta incidencia de deshidratación, desnutrición y diarrea en estos territorios.

PALABRAS CLAVE: Salud Indígena; Saneamiento; Agua potable; Tecnologías Sociales; Determinantes Sociales de la Salud.

INTRODUÇÃO

A partir da inclusão, no ano de 2000, da variável cor ou raça nos sistemas de informação do Ministério da Saúde foi possível observar que a taxa de mortalidade infantil (TMI) reportada entre os povos indígenas é superior, desproporcional e amplamente desigual, à registrada em qualquer criança pertencente a outro grupo de cor ou raça no Brasil (CARDOSO *et al.*, 2005; MARINHO *et al.*, 2019). Este fato revela uma histórica iniquidade em saúde, e coloca os povos indígenas em contexto de ampla vulnerabilidade (CALDAS *et al.*, 2017), quando comparado a outros segmentos da população. Um outro dado preocupante é que em algumas regiões como a TI Yanomami, por exemplo, a TMI vem aumentando nos últimos anos, colocando em risco a própria existência de alguns grupos populacionais ¹.

Mais recentemente, estudo conduzido por Alves *et al.* (2021) aponta que não somente as taxas de mortalidade nos indígenas menores de 5 anos, permanecem mais altas que na população geral, como também apresentaram tendência de incremento, entre 2000-2016. Dentre as mortes contabilizadas no período, mais de 75% foram por causas evitáveis, reduzíveis por ações preventivas, de diagnóstico ou tratamento.

¹ <https://sumauma.com/nao-estamos-conseguindo-contar-os-corpos/>





Entre as principais causas evitáveis estão as doenças e complicações vinculadas às precárias condições de saneamento, com destaque para doença diarreica aguda (DDA), desidratação, e desnutrição, frequentemente relacionadas a infecções causadas pela ingestão de água contaminada.

As condições inadequadas de saneamento nas aldeias (considerando os componentes de abastecimento de água; esgotamento sanitário; manejo de resíduos sólidos e limpeza pública; e manejo de águas pluviais e drenagem), a contaminação dos corpos hídricos por elementos químicos e biológicos, e fatores como a expansão do garimpo ilegal na Amazônia (BASTA, 2023), tem limitado o acesso à água em quantidade e qualidade compatível para o consumo humano, colocando em risco a saúde das populações tradicionais, sobretudo as crianças menores de 5 anos.

Na atualidade, há uma espécie de consenso que a falta de saneamento básico facilita a propagação de doenças, principalmente entre crianças e adolescentes. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, aproximadamente 1,7 milhão de crianças de até 5 anos morrem anualmente em ambientes considerados insalubres (LEONETI *et al.*, 2011). As principais fontes de exposição a ambientes insalubres são a poluição do ar, a contaminação da água, a falta de higiene e saneamento básico. Sendo assim, entende-se que o investimento em saneamento básico tem o potencial de evitar mortes que são ocasionadas, na maioria das vezes, por doenças infecciosas e parasitárias. Destacam-se o adoecimento e morte por DDA decorrentes de infecção por *Escherichia coli*, Disenteria bacteriana, Febre tifoide, Cólera, Leptospirose, Hepatite A, Verminoses, Giardíase, Amebíase, Arboviroses, entre outras condições vinculadas às precárias condições de vida observadas nas comunidades (DIAS, 2022; TEIXEIRA *et al.*, 2020).

Quando se coloca o foco na realidade indígena brasileira, percebe-se que o problema é ainda mais grave. Marinho *et al.* (2021) ao analisarem a infraestrutura de saneamento em domicílios indígenas urbanos, dentro e fora da Amazônia Legal, com base no Censo Demográfico do IBGE de 2010, informam que dos 114 mil domicílios urbanos indígenas estudados, 17,4% eram localizados na Amazônia Legal. Os autores contam que na região estudada, 6 em cada 10 domicílios não tinham acesso a tratamento de esgoto adequado, e que os domicílios indígenas apresentaram chances mais elevadas de ter saneamento básico precário. Na Amazônia, a chance de domicílios indígenas não possuírem instalações sanitárias adequadas foi o dobro daquela observada para os demais domicílios. Ainda com base em dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010, Raupp *et al.* (2017, 2019) enfatizam a existência de iniquidades relacionadas ao acesso aos serviços de saneamento básico, quando se considera a cor/raça dos indivíduos/famílias. Reiteradamente, os autores concluem





que os domicílios indígenas no Brasil, em geral, ocupam posição de desvantagem, quando comparados a domicílios de outras categorias de cor ou raça, especialmente no quesito esgotamento sanitário.

Na terra Indígena Yanomami, em particular, Orellana *et al.* (2021) apontam que déficits de estatura para idade, déficits de peso para idade e anemia afetam aproximadamente 80%, 50% e 70%, respectivamente, das crianças menores de 5 anos, que vivem na região de Ariabú e Maturacá. No estudo citado, os autores analisaram os determinantes socioambientais vinculados ao estado nutricional, e revelaram que as condições de saneamento inadequadas (ausência de banheiro para uso das famílias, e dificuldades de acesso à água potável) estiveram fortemente associadas aos déficits nutricionais, sobretudo ao indicador de peso para idade (ORELLANA *et al.*, 2021), considerado como *proxy* de desnutrição aguda.

Diante do exposto, o grupo de pesquisa “*Ambiente, Diversidade e Saúde*” da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), em parceria com o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e o Instituto Socioambiental (ISA) elaboraram o projeto “*No caminho das águas, a retomada da saúde Yanomami*”, que teve como objetivo analisar a qualidade das águas dos rios, poços e torneiras utilizadas para abastecimento humano e mapear os caminhos das águas e dos resíduos nas comunidades indígenas Ariabú e Maturacá, na Terra Indígena Yanomami, na região do município de São Gabriel da Cachoeira, no estado do Amazonas. Nossa análise visa contribuir para ampliar a compreensão dos fatores determinantes da doença diarreica aguda (DDA), bem como para redução das taxas de mortalidade infantil por causas relacionadas à desidratação e desnutrição, entre crianças indígenas Yanomami de 0 a 5 anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Território Yanomami de Ariabú e Maturacá

A região de Maturacá, faz parte da Terra Indígena Yanomami, e está localizada na bacia hidrográfica do alto Rio Negro, no município de São Gabriel da Cachoeira, estado do Amazonas (00° 27' 05,7" a 00° 37' 55,5" N; 66° 00' 57,3" a 66° 18' 40,3" O) (Figura 1).



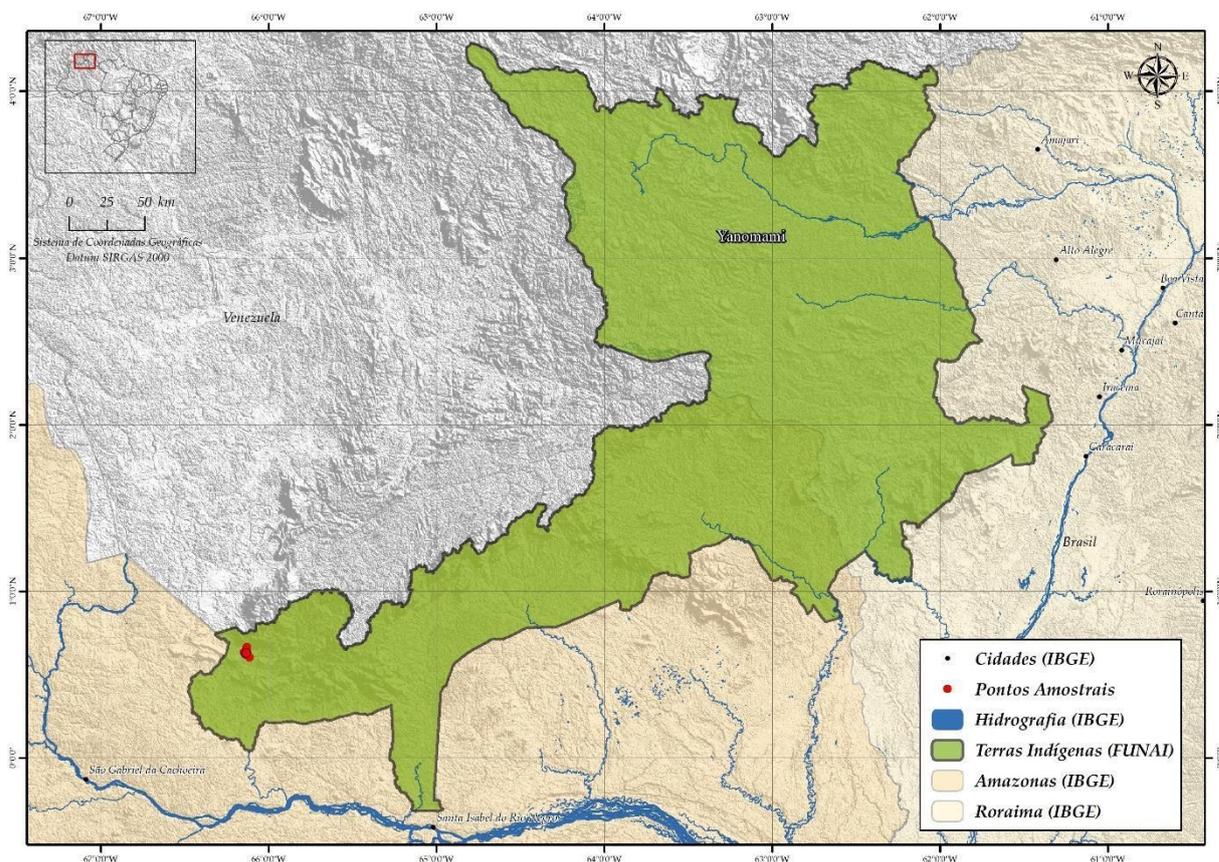


Figura 1. Localização dos pontos amostrais no entorno das aldeias de Maturacá e Ariabú, na Terra Indígena Yanomami (Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE e FUNAI).

As comunidades indígenas de Ariabú e Maturacá, localizam-se às margens dos igarapés Ariabú e Maturacá, afluentes do rio Cauaburis, na bacia do Rio Negro. Em cada uma das comunidades estudadas vivem aproximadamente 1.000 indígenas, totalizando cerca de 2.000 habitantes na área de estudo. No local, existe ainda a unidade básica de Saúde Indígena (Pólo Base Maturacá), a Escola Municipal Indígena Horoina (Aldeia de Ariabú), a Escola Municipal Indígena Omawe (Aldeia de Maturacá) e a Escola Estadual Indígena Imaculada Conceição (EEIIC), além da sede da Missão Salesiana. Todas as escolas da região são bilíngues, sendo que a escola estadual atende as duas comunidades indígenas. Na margem esquerda do igarapé Maturacá está localizada a sede da Associação Yanomami do Rio Cauaburis e Afluentes (AYRCA). Ao lado da comunidade Ariabú encontra-se um Pelotão Especial de



Fronteiras (PEF) do Exército Brasileiro, o Batalhão Forte São Gabriel, onde existe uma pista asfaltada para pouso e decolagem de aeronaves autorizadas.

Considerando a disponibilidade de água para consumo humano na região, a população das comunidades indígenas de Maturacá e Ariabú utilizam diversas fontes, incluindo uma rede de abastecimento administrada pela Secretaria de Saúde Indígena (Sesai) do Ministério da Saúde. A captação de água em Maturacá é proveniente de um poço tubular profundo com cloração, enquanto em Ariabú a captação é feita diretamente do igarapé Ariabú. Naquela comunidade, a água captada diretamente do igarapé passa por uma unidade de tratamento chamada Salta-Z, antes de ser distribuída para a população. Todavia, o Salta-Z apresentava problemas operacionais durante as visitas de campo, fato que gerou muitas reclamações dos moradores. Além disso, Ariabú enfrenta desafios para distribuição de água, incluindo um número de torneiras insuficiente e a interrupção constante no fornecimento de energia elétrica. Em conjunto, esses problemas levam os moradores a recorrerem a fontes alternativas, muitas vezes obtendo água diretamente do igarapé Ariabú ou captando águas das chuvas. Esta situação ameaça a segurança hídrica e coloca a população em situação de vulnerabilidade sanitária.

Além disso, muitas famílias em ambas as comunidades têm o hábito de consumir água diretamente de rios e igarapés da região pelo fato de serem consideradas mais agradáveis e mais frescas. Segundo relatos locais, aspectos como a clareza da água (oposta a turbidez), o sabor neutro, a ausência de odor e a temperatura mais baixa, em comparação à água disponível nas torneiras, tornam as águas de mananciais mais atraentes para o consumo.

As comunidades de Ariabú e Maturacá não possuem serviços de coleta regular de resíduos sólidos. Desta forma, uma parcela expressiva dos resíduos domiciliares é queimada pelos indígenas. Já os resíduos de saúde são acondicionados pelo Polo-Base e adequadamente retirados do território por meio de transporte aéreo. O aumento do consumo de alimentos industrializados, como os provenientes da cesta básica, introduzidos principalmente pelo contato sistemático com populações não indígenas, tem contribuído para o surgimento de uma dupla carga debásica desordens nutricionais. Ou seja, nessas comunidades, crianças e idosos com desnutrição convivem com adultos jovens com sobrepeso e doenças metabólicas associadas (MORAES et al., 2022). Além disso, esse consumo intensifica a geração de resíduos, especialmente embalagens plásticas, resultando em impactos socioambientais significativos e potenciais riscos à saúde.

Vale lembrar que uma pesquisa recente, conduzida por Basta e Orellana (2020), revelou que a ausência de banheiros nos domicílios da região de Maturacá e Ariabú





era praticamente universal. Em outras palavras, os moradores da região realizam suas necessidades fisiológicas nas proximidades das residências, nas margens dos rios, ou nas áreas de floresta ao redor da comunidade. No que diz respeito ao abastecimento de água, em Maturacá, cerca de 90% dos domicílios com crianças menores de 5 anos utilizavam poços como principal fonte de água para consumo humano, enquanto em Ariabú essa proporção foi para aproximadamente 30% (BASTA & ORELLANA, 2020).

Procedimentos Metodológicos

A fim de realizar análise da qualidade das águas dos rios, poços e torneiras utilizadas para abastecimento humano e mapear os caminhos das águas e dos resíduos nas aldeias investigadas foram realizados dois trabalhos de campo, o primeiro de 25 de janeiro a 4 de fevereiro (estação seca), e o segundo de 16 a 20 de setembro de 2023 (estação chuvosa).

No território indígena, a equipe iniciou as atividades apresentando-se à comunidade e esclarecendo as dúvidas acerca dos objetivos e métodos empregados no projeto. Além disso, foram realizadas: i) rodas de conversa com lideranças indígenas para acolhimento e pactuação de atividades; ii) visitas guiadas por agentes indígenas de saneamento (AISAN) para identificar fontes de água para consumo; iii) medições e análises in situ da qualidade da água de rios, poços e torneiras; iv) coleta de amostras para análises de contaminantes químicos e biológicos, em laboratórios de referência; v) mapeamento de fatores de risco relacionados à contaminação da água, tais como esgotos e resíduos sólidos; e vi) observação participante do manejo das águas e resíduos pelas famílias das comunidades.

Após pactuação com lideranças de ambas as comunidades, foi realizada uma visita de reconhecimento da área com o auxílio de Agentes Indígenas de Saneamento (AISAN), com o objetivo de identificar e definir os pontos de coleta. A seleção desses pontos considerou aspectos como a proximidade das moradias, as atividades humanas realizadas na região (por exemplo: preparo de alimentos, lavagem de louças e roupas, cultivo de alimentos e criação de animais), o despejo de efluentes, a presença de fezes humanas e resíduos sólidos no entorno das casas, entre outros fatores que poderiam comprometer a qualidade das águas.

Com auxílio dos AISAN foram identificados 26 pontos para coleta de amostras de água, incluindo 11 mananciais superficiais, distribuídos em três pontos no rio Ariabú, dois pontos no rio Maturacá, dois pontos no rio Cauaburis e três pontos nas nascentes





de igarapés, denominados pela comunidade como "olhos d'água". Além disso, foram coletadas amostras de dois mananciais subterrâneos, provenientes de poços nas comunidades, de 12 torneiras comunitárias, localizadas nas aldeias de Maturacá e Ariabú, e de um ponto na saída do sistema de tratamento de água Salta-Z. Durante o processo, cada ponto foi fotografado e teve suas coordenadas geográficas devidamente registradas (Figura 2).

Um plano de amostragem foi elaborado para registrar a quantidade de frascos, o volume mínimo, o tipo de frasco, a preservação das amostras e os parâmetros de campo e laboratório, e um documento de coleta foi gerado para todas as amostras. A coleta das amostras de água, as medições *in situ* e as análises laboratoriais foram realizadas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association (22th edition. Washington. D.C. 2012)*, em conformidade com a ABNT (NBR ISO/IEC17.025/2005). Em cada ponto amostrado, o material de coleta foi higienizado com água destilada, a fim de minimizar as possibilidades de contaminação cruzada entre os pontos amostrados.

As amostras dos mananciais superficiais foram coletadas na calha principal dos corpos hídricos, enquanto as amostras das torneiras foram obtidas após a higienização e o escoamento de água por aproximadamente dois minutos. As medições de temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE) e sólidos dissolvidos totais (SDT) foram realizadas com dois kits portáteis de sondas digitais (marca OAKTON, em janeiro, e AKSO, em setembro). Cada amostra foi coletada em frascos plásticos ou de vidro, conforme o parâmetro a ser analisado, sendo em seguida devidamente etiquetada. As frascarias foram preparadas e identificadas pelo laboratório responsável pelas análises.

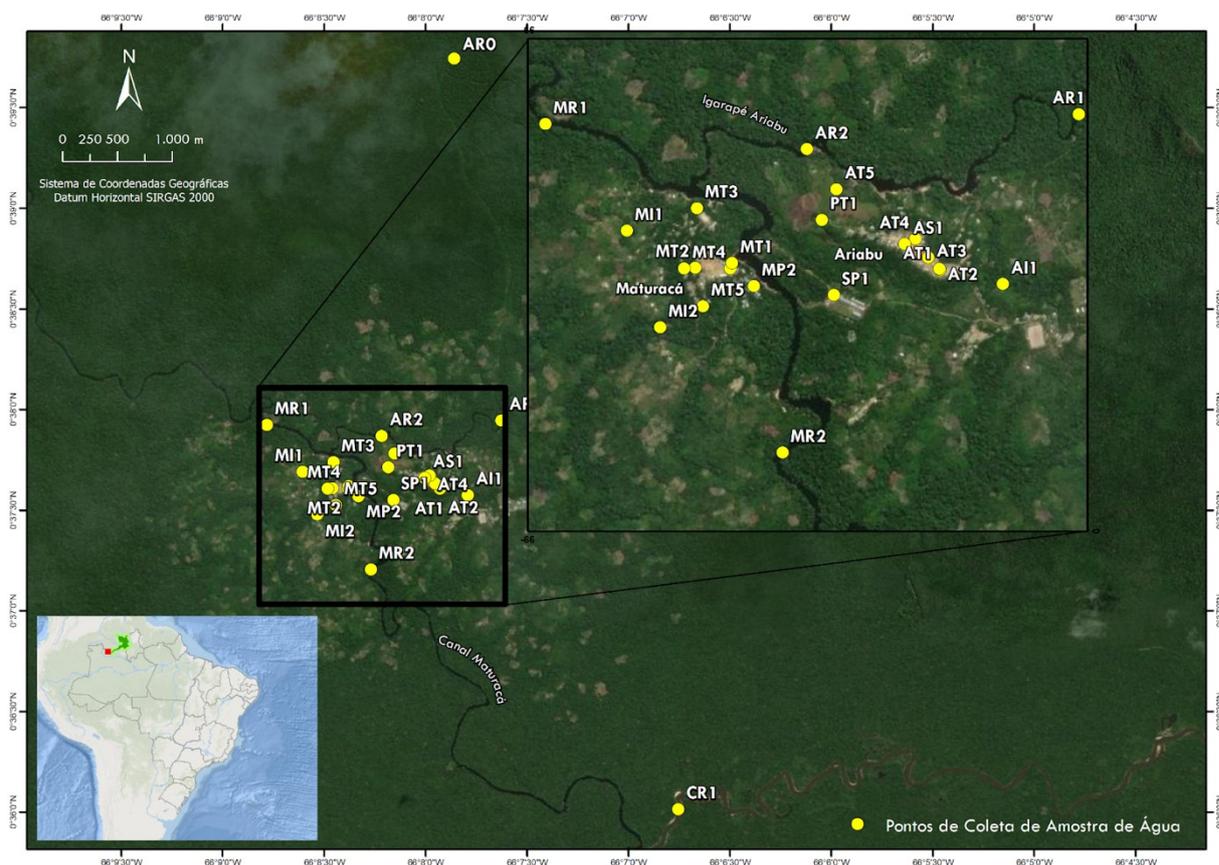


Figura 2. Localização dos pontos de coleta de amostras nas aldeias de Maturacá e Ariabú.

Parâmetros utilizados para análise da qualidade da água

A definição dos parâmetros analisados e a avaliação dos resultados obtidos foi pautada na Resolução Conama 357/2005, destinada para caracterização de águas naturais e na Portaria GM/MS 888/2021 (BRASIL, 2005, 2021), que normaliza o padrão de potabilidade de água para consumo humano (Quadro 1).

Além das medições *in situ*, por meio de sonda multiparamétrica, foi realizada medição de cloro residual livre em todas as torneiras utilizadas para o consumo humano. Após as coletas, as amostras foram imediatamente incubadas para análise de coliformes

totais e termotolerantes no laboratório de campo, montado na sede do Polo Base de Maturacá, na própria aldeia. A leitura dos resultados foi feita 24h após a incubação, conforme definição do método analítico.

Parte das amostras coletadas foram enviadas para a Rede de Laboratórios de Análises Mineraias – LAMIN do Serviço Geológico do Brasil – SGB da Companhia de Pesquisa de Recursos Mineraias - CPRM, em Manaus. O restante foi remetido para o laboratório *Oceanus* no Rio de Janeiro.

Quadro 1. Parâmetros de análises de qualidade de água, região de Maturacá, Terra Indígena Yanomami, 2023

Código	Matriz	Medições e análises laboratoriais	
		Janeiro/2023	Setembro/2023
Mananciais superficiais (rios e igarapés) – 11 pontos			
AR0	rio Ariabú, a aproximadamente 15km a montante da comunidade de Ariabú	lista Res. Conama 357/2005	-
AR1	rio Ariabú, imediatamente a montante da comunidade de Ariabú	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
ARcap	rio Ariabú, próximo ao ponto de captação de água para o Salta-Z	-	lista Res. Conama 357/2005
AR2	rio Ariabú, a jusante da comunidade de Ariabú	lista Res. Conama 357/2005,	lista Res. Conama 357/2005
MR1	rio Maturacá, a montante da comunidade de Maturacá	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
MR2	rio Maturacá, a jusante da comunidade de Maturacá	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
CR1	rio Cauaburis, a montante da confluência com o rio Maturacá	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
CR2	rio Cauaburis, próximo a piçarra	-	lista Res. Conama 357/2005
AI1	igarapé (olho d'água) em Ariabú	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
MI1	igarapé 1 (olho d'água) em Maturacá	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
MI2	igarapé 2 (olho d'água) em Maturacá	lista Res. Conama 357/2005	lista Res. Conama 357/2005
Água Subterrânea (Poços) – 2 pontos			
SP1	poço do colégio Salesiano	lista Portaria GM/MS 888	lista Portaria GM/MS 888

Código	Matriz	Medições e análises laboratoriais	
		Janeiro/2023	Setembro/2023
MP1	poço central em Maturacá	lista Portaria GM/MS 888	lista Portaria GM/MS 888
Sistema de Tratamento de Água (Salta-Z) – 1 ponto			
AS1	saída do Salta-Z em Ariabú	lista Portaria GM/MS 888	lista Portaria GM/MS 888
Torneiras comunitárias – 12 pontos			
AT1	torneira comunitária em Ariabú (casa ritual)	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
AT2	torneira comunitária em Ariabú (próxima a entrada da vila união)	lista Portaria GM/MS 888	lista Portaria GM/MS 888
AT3	torneira comunitária em Ariabú (central)	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
AT4	torneira comunitária em Ariabú (escola)	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
AT5	torneira comunitária em Ariabú (fim de linha)	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
PT1	torneira do posto de saúde	lista Portaria GM/MS 888	lista Portaria GM/MS 888
MT1	torneira comunitária em Maturacá	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
MT2	torneira comunitária em Maturacá	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
MT3	torneira comunitária em Maturacá	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
MT4	torneira comunitária em Maturacá	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
MT5	torneira comunitária em Maturacá	pH, OD, cloro, CT e <i>E. coli</i>	lista Portaria GM/MS 888
MT6	torneira comunitária em Maturacá (escola)	lista Portaria GM/MS 888	lista Portaria GM/MS 888

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Parâmetros Físico-Químicos

Durante o trabalho de campo realizado em janeiro de 2023, foram registradas diferentes temperaturas da água, em distintos locais. A menor temperatura medida foi de 21,1°C no ponto AR0, enquanto a maior foi de 32,0°C no ponto MT4. A média de

temperatura nos rios foi de 24,0°C, enquanto a água das torneiras registrou uma média de 28,0°C.

Em setembro de 2023, as temperaturas variaram um pouco menos, entre 23,1°C (no ponto AR1) e 26,8°C (no ponto MT4), mas as médias ficaram próximas às do levantamento anterior: 25,0°C nos rios e 28,0°C nas torneiras. Essas variações são consideradas normais, levando em conta as características da região e o horário das medições, e não houve grandes variações entre janeiro e setembro.

Em janeiro de 2023, o nível de oxigênio dissolvido variou entre 8,2 mg/L (em um ponto de maior oxigenação, AR0) e 2,0 mg/L (em um ponto com menos oxigênio, MI1). Já em setembro de 2023, o nível mais alto foi 7,0 mg/L e o mais baixo foi 2,5 mg/L em dois diferentes pontos do rio Ariabu.

Os rios com maior fluxo de água apresentaram, em média, uma concentração mais elevada de oxigênio dissolvido (6,7 mg/L), enquanto nos pequenos igarapés, que têm menor movimento de água, as concentrações foram mais baixas (2,9 mg/L). Isso reflete uma tendência natural, em que rios com mais correnteza tendem a ter mais oxigênio dissolvido, enquanto corpos d'água com menor fluxo tendem a ter menos oxigênio. Essa dinâmica se manteve similar tanto em janeiro quanto em setembro de 2023.

A condutividade elétrica mede a capacidade da água de conduzir eletricidade, e está relacionada à presença de íons dissolvidos, como sais e minerais. Valores mais baixos indicam menor quantidade de minerais dissolvidos. Em janeiro, a média foi de 18,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto em setembro subiu para 22,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sugerindo uma leve elevação na concentração de íons durante o período. Já a turbidez, que se refere à quantidade de partículas suspensas na água e afeta sua clareza, foi mais baixa em janeiro (3,8 uT) e aumentou em setembro (8,3 uT), indicando maior turbidez no período chuvoso. Isso pode ter ocorrido devido à maior presença de sedimentos ou matéria orgânica nos rios, influenciada por fatores sazonais ou ambientais, resultado de chuvas, lixiviação ou alterações no fluxo dos rios.

Os rios Ariabú e Maturacá, com suas águas escuras, apresentaram pH ácido em torno de 4,2, refletindo um ambiente naturalmente ácido, típico de regiões de floresta tropical, e alta coloração. Os valores de cor aparente e a cor real variaram de 117,0 uHazen, em janeiro, a 143,9 uHazen, em setembro. A pouca diferença entre a cor aparente e a cor real na região, sugere que a coloração é causada principalmente por substâncias dissolvidas, como matéria orgânica, e não por partículas em suspensão.

No rio Cauaburis, o pH foi neutro (6,4) e a coloração mais baixa, com 58,0 uHazen de cor aparente e 41,0 uHazen de cor real, indicando a presença de águas mais limpas

e com menos matéria orgânica dissolvida, em comparação aos rios Ariabú e Maturacá, de águas escuras. Essas características evidenciam a diversidade ambiental entre os rios de águas pretas e claras na região.

Apesar de alguns parâmetros da qualidade da água, como o oxigênio dissolvido (OD) abaixo de 6 mg/L, e o pH abaixo de 6,0 ou acima de 9,0, estarem fora dos limites recomendados pela Resolução Conama n. 357/2005, esses resultados não indicam necessariamente problemas ambientais. Em vez disso, eles refletem as condições naturais da região, que por suas características geográficas e ambientais, podem apresentar valores de OD e pH que diferem dos padrões gerais estabelecidos, mas que ainda podem ser considerados normais e típicos nesse ecossistema.

Com base nas concentrações de nitrogênio, fósforo e clorofila *a* observadas, em janeiro de 2023, os rios analisados foram classificados como ambientes oligotróficos. Isso significa que nesses rios há baixa disponibilidade de nutrientes, resultando em uma produtividade biológica reduzida. Em outras palavras, não há indícios de esgotos urbanos ou resíduos industriais poluindo a bacia hidrográfica, na área de estudo.

Tabela 1. Medições de nitrogênio total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo total, fosfato e clorofila *a*, no período de 28 a 30 de janeiro de 2023, nos mananciais superficiais na região de Maturacá, Terra Indígena Yanomami.

Ponto	Ntotal mg/L	NO ₃ mg/L	NO ₂ mg/L	NH ₄ mg/L	Ptotal µg/L	PO ₄ mg/L	Clorofila <i>a</i> µg/L
ARO	-	1,206	0,000	-	-	0,000	-
AR1	1,40	0,164	0,000	0,17	< 10	0,445	0,27
AR2	0,80	1,326	0,005	0,21	< 10	0,009	0,27
MR1	0,90	27,245	0,000	0,32	< 10	0,008	0,27
MR2	1,50	0,249	0,000	0,10	< 10	0,009	< 0,01
CR1	1,80	1,337	0,007	0,31	< 10	1,270	< 0,01

Quanto à pesquisa de contaminantes químicos, de um lado não foram detectados níveis de arsênio, berílio, boro, cádmio, chumbo, cobalto, cromo, antimônio, estanho, lítio, molibdênio, selênio, vanádio e glifosato nas amostras analisadas.

De outro lado, elementos químicos como bário, cálcio, estrôncio, magnésio, silício, titânio, sódio, potássio, mercúrio, fluoreto, cloreto, brometo e sulfato foram detectados nas amostras analisadas. Todavia, as concentrações detectadas mostraram-se abaixo dos limites permitidos para água doce de classe 1 da Resolução Conama n. 357/2005 e Portaria GM/MS n. 888/2021, não representando risco significativa para a população local.

Foram detectadas concentrações de ferro que excederam o limite permitido de 0,3 mg/L em alguns pontos, em ambos os trabalhos de campo (janeiro e setembro de 2023), possivelmente devido à tubulação. Todavia, em nenhum ponto foi ultrapassado o nível de 2,4 mg/L de ferro (limite estabelecido pelo inciso II do Art. 38 da Portaria GM/MS n. 888/2021, que flexibiliza a concentração de ferro na água em função do padrão organoléptico).

Foram detectadas ainda concentrações de alumínio em níveis superiores ao limite de 0,1 mg/L, especialmente em fontes de abastecimento nas amostras da comunidade indígena de Ariabú. Vale lembrar que o alumínio pode causar diversos problemas de saúde, incluindo problemas neurológicos (neurotoxicidade aguda, encefalopatia; demência, Alzheimer e autismo); problemas osteoarticulares (dores musculares e articulares); problemas renais; problemas gastrointestinais (inchaço abdominal, má digestão); problemas na pele (queda de cabelo), além de anemia, cansaço e fadiga (HUAT et al 2019, BRYLINSKI et al 2023, IGBOKWE et al 2019).

Parâmetros Microbiológicos

Um número expressivo de amostras de água coletadas apresentou contaminação fecal, medida pela presença da bactéria *Escherichia coli*, o que indica que parte da água está imprópria para o consumo. Nos mananciais superficiais, nos pontos CR1, AI1 e MI1, em janeiro, e AR2 e MR2, em setembro de 2023, os níveis de contaminação foram tão altos que a água foi classificada como imprópria até mesmo para o banho, conforme a Resolução Conama n.274/2000, que define parâmetros de balneabilidade. Além disso, a Portaria GM/MS n. 888/2021 estabelece que água para consumo humano não deve conter coliformes totais ou *E. coli*. Em alguns locais de coleta, por exemplo nos pontos MP1, AT4, MT1, MT3 e MT5, em janeiro de 2023, as amostras de água estavam dentro dos padrões de segurança para consumo. Entretanto, em setembro, apenas o ponto MP1 permaneceu com a qualidade da água adequada, sugerindo uma piora da contaminação fecal da água no período da chuva (Tabela 2).

Para assegurar a desinfecção adequada da água destinada ao consumo humano, a concentração de cloro residual livre deve estar entre 0,5 e 2,0 mg/L nas torneiras que representam o ponto final da rede de abastecimento. No entanto, das 15 torneiras analisadas, em somente 6 (40%) as concentrações de cloro residual encontravam-se dentro dos parâmetros regulamentares. Em janeiro de 2023, o número de torneiras com água apropriada para o consumo reduziu para apenas 2 (13%).

Tabela 2. Medições de coliformes totais, *Escherichia coli* e cloro residual livre no período de 28 a 30 de janeiro e 16 a 20 de setembro de 2023, nos mananciais superficiais e fontes de abastecimento na região de Maturacá, Terra Indígena Yanomami-AM.

Pontos	Janeiro 2023			Setembro 2023		
	Coliforme total	<i>Escherichia coli</i>	Cloro residual livre	Coliforme total	<i>Escherichia coli</i>	Cloro residual livre
	NMP/	100ml	mg/L	NMP/	100ml	Mg/L
AR1	461,1	188,7	NA*	>2419,6	172,3	NA
AR2	1553,1	343,6	NA	>2419,6	456,9	NA
MR1	>2419,6	394,5	NA	>2419,6	248,1	NA
MR2	>2419,6	328,2	NA	>2419,6	1413,6	NA
CR1	>2419,6	1299,7	NA	>2419,6	866,4	NA
AI1	>2419,6	>2419,6	NA	>2419,6	461,1	NA
MI1	>2419,6	>2419,6	NA	>2419,6	461,1	NA
MI2	>2419,6	258,1	NA	>2419,6	135,4	NA
SP1	21,6	2	0	9,8	<1	0
MP1	<1	<1	3,4	<1	<1	3,4
AS1	14,6	<1	0,4	198	24,1	0,6
AT1	165,8	6,3	0,2	37,9	9,7	0
AT2	3,1	<1	0,3	1	1	0
AT3	3,1	<1	0,4	38,4	7,5	0
AT4	<1	<1	0,1	5,2	<1	0
AT5	17,3	1	0,6	20,9	7,2	0
PT1	26,9	<1	0,4	70	1	0
MT1	<1	<1	1	24,3	1	0
MT2	3	<1	0,9	17,5	1	0
MT3	<1	<1	0,6	43,5	1	0
MT4	2	<1	0,7	2	1	0,2
MT5	<1	<1	0,1	35,9	<1	0
MT6	11	1	0,1	44,6	1	0

*NA = Não se aplica

A análise das amostras de água obtidas nos mananciais superficiais estudados revelou uma significativa contaminação bacteriana. Embora as amostras de água não tenham apresentado contaminantes físicos ou químicos, as análises microbiológicas indicaram elevado índice de contaminação fecal, tanto em termos de coliformes totais quanto de *Escherichia coli* (Tabela 2). Apesar da ausência de indícios de lançamentos de efluentes em volumes suficientes para comprometer a qualidade da água em conformidade com a classe 1 da Resolução Conama n.357/2005, os resultados apontam para uma considerável contaminação fecal na área de estudo. Essa contaminação é, possivelmente, consequência do uso inadequado das margens dos rios para o descarte de dejetos humanos, bem como do aporte de águas contaminadas, oriundas de igarapés e do escoamento superficial (*run-off*) decorrente das chuvas.

CONCLUSÕES

Por meio deste estudo inédito foi possível revelar em detalhes a precária estrutura de saneamento disponível nas comunidades Yanomami, aqui estudadas, e assim ampliar a compreensão sobre a determinação de doenças de veiculação hídrica na região.

De um lado, a maior parte dos parâmetros analisados nas amostras de água aqui coletadas, ao longo de dois diferentes momentos (estação seca e estação chuvosa) esteve em conformidade com a classe 2, da Resolução Conama 357/2005. De outro, foram detectadas concentrações elevadas de coliformes fecais, em praticamente todos os pontos amostrados. Em alguns mananciais as concentrações de coliformes detectadas tornaram a água imprópria até mesmo para banho.

Conforme já havia sido apontado por Basta & Orellana (2020), a ausência de banheiros para uso das famílias, num local onde vivem aproximadamente 2.000 habitantes, motiva as pessoas a realizarem suas necessidades no entorno das casas, nos mananciais, presentes na comunidade, ou nas margens dos rios, contribuindo desta forma para contaminação de diversos corpos hídricos que atravessam o território.

Os elevados níveis de contaminação por *E. coli* detectados nas amostras de água tanto em janeiro, como em setembro de 2023, revelam que o problema é crônico e persistente, sendo mais grave no período chuvoso. Com as chuvas, o material orgânico oriundo de fezes humanas é carregado para dentro do corpo d'água,



causando elevada contaminação microbiológica, e impondo riscos severos à saúde da população local.

Os riscos à saúde se amplificam com as falhas detectadas no sistema oficial de abastecimento de água na região, uma vez que somente 40% das torneiras analisadas em janeiro, e apenas 13% das analisadas em setembro de 2023, encontravam-se com concentrações de cloro residual dentro dos parâmetros regulamentares.

Como resultado dessa precária condição de saneamento, foram notificados 628 casos de doença diarreica aguda (DDA), em menores de 5 anos, na área de estudo, entre 2022 e 2023. Os informes mensais do Centro de Operações Emergenciais (COE) Yanomami, em atividade desde o decreto da Emergência de Saúde Pública de Interesse Nacional, em janeiro de 2023 (BRASIL, 2023a, 2024, 2023b, c, d), igualmente dão destaque ao elevado número de casos de diarreia em parte expressiva da Terra Indígena Yanomami, associando-os aos elevados índices de mortalidade infantil.

Não podemos esquecer que a ampla presença de *E. coli* nas amostras ambientais pode também ocorrer devido a presença de fezes de outros animais endotérmicos (sangue quente) que vivem na região. Vale lembrar também que a presença de óleos, graxa e alumínio no rio Maturacá, provavelmente é decorrente do descarte inadequado de tonéis utilizados para armazenamento de combustível e de latas provenientes de bebidas e alimentos industrializados.

Embora nosso estudo apresente limitações no que diz respeito ao reduzido número de amostras analisadas laboratorialmente, e a ausência de um monitoramento regular das torneiras ao longo de todo o ano, nossos achados trazem reflexões importantes sobre os efeitos negativos provocados pela precária estrutura de saneamento nas aldeias investigadas.

Em síntese, as atividades de pesquisa realizadas no território, com participação direta de lideranças locais, professores e agentes indígenas de saneamento, e sob a égide da observação participante, permitiu-nos concluir que os rios desempenham papel central na vida da população, em ambas as comunidades. A relação entre o povo Yanomami da região e as águas dos rios que cruzam seu território pode ser considerada simbiótica, uma vez que a população demonstra uma clara preferência pelo consumo das águas dos rios e igarapés em comparação com outras fontes, como torneiras e poços, por exemplo. Esta preferência pode dever-se à temperatura mais amena e a turbidez mais baixa, e fundamentalmente pela relação indissociável entre





os povos indígenas e a natureza. Nesta perspectiva, a população se refere às águas dos rios e igarapés como "águas vivas".

Por fim, apesar da precária estrutura de saneamento observada na região, podemos dizer que a qualidade da água dos corpos hídricos é passível de ser gradualmente melhorada, a ponto de se tornar potável. Para tanto, seria necessária não somente a implementação de medidas de adequação e manutenção dos sistemas de abastecimento existentes na região, como também esforços para aumentar o número de reservatórios e melhorar a distribuição da água disponível para garantir acessibilidade à população local, tanto para dessedentação, como para o preparo de alimentos, para higiene pessoal, para limpeza, bem como para outros usos essenciais.

RECOMENDAÇÕES

Diante dos achados ilustrativos desta investigação e com a intenção de reduzir a insegurança hídrica na região, sugerimos a implementação de uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano, baseada na captação de águas de chuva. Vale lembrar que a utilização de tecnologias sociais de saneamento em territórios indígenas é uma alternativa fundamental diante do aumento da insegurança hídrica, decorrente das mudanças climáticas.

Na atualidade, não somente a Amazônia, mas também outros biomas têm sofrido severas consequências dos efeitos das mudanças climáticas. O aquecimento global tem provocado alteração no regime de chuvas e afetado o curso das águas, tradicionalmente utilizadas como mananciais e como modais de transporte pelos indígenas. Este fato dificulta ainda mais a captação e o tratamento de águas superficiais pelos precários sistemas de abastecimento existentes. A contaminação microbiológica, por sua vez, amplia ainda mais a insegurança hídrica na região.

Em locais como a região de Ariabú e Maturacá, onde o índice pluviométrico anual médio gira em torno de 130 mm, havendo grandes volumes de chuvas quase que diariamente, o aproveitamento de águas de chuva tem o potencial de ampliar o acesso a água em quantidade adequada para um tratamento simplificado, inclusive expandindo a capacidade de reservação, para distribuição equitativa nas comunidades estudadas.

Mesmo que o aproveitamento de águas de chuva seja considerado uma tecnologia social em expansão e que sua utilização esteja incluída no escopo das políticas públicas de saneamento no Brasil, sua incorporação dentre as ações de saneamento em territórios indígenas deve ser feita em estreita parceria com as comunidades.





A implantação de um protótipo de aproveitamento de águas de chuva, associado à realização de atividades de educação em saúde devem ser parte do processo de apropriação tecnológico por parte das comunidades indígenas locais. Ações estruturantes de educação em saúde, numa perspectiva territorializada, utilizando tecnologias sociais adequadas ao contexto local, devem envolver agentes indígenas de saneamento (AISAN), agentes indígenas de saúde (AIS), educadores indígenas e demais lideranças.

Por fim, acreditamos que o aproveitamento de águas de chuvas tem o potencial de ampliar o direito humano ao acesso à água e promover um manejo mais seguro das águas domiciliares. Como resultado, espera-se uma melhora na qualidade de vida da população local, e uma redução expressiva na taxa de incidência dos casos de DDA, bem como uma queda nos casos de desnutrição aguda, decorrentes de desidratação, e conseqüentemente uma redução na taxa de mortalidade infantil.

Em conclusão, para que esta solução ganhe uma escala mais ampla e possa atender todas as famílias da comunidade, será necessário não somente investimentos contínuos por parte da Secretaria de Saúde Indígena (SESAI), como também o envolvimento das lideranças locais na manutenção do equipamento, além da ampliação do debate junto às escolas indígenas e outros espaços comunitários de troca de conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção à Saúde (VPAAPS) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) que por intermédio do Programa Inova Fiocruz, via projeto “*Contribuição para o desenvolvimento de estratégias para o fortalecimento do SasiSUS, Coordenação Geral: considerando as vulnerabilidades emergentes e reemergentes em saúde*” (Processo Nº 73321554397277/2022), financiou esta pesquisa. Agradecemos ainda à equipe do Programa Rio Negro do Instituto Socioambiental (ISA) pelo apoio financeiro e logístico durante os trabalhos de campo, realizados na TI Yanomami. Agradecemos o Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (SGB/CPRM) pelas análises realizadas. Por fim, agradecemos a Associação Yanomami do Rio Cauaburis e Afluentes (AYRCA), que por intermédio de suas lideranças apoiaram todo o trabalho de nossa equipe, durante a estadia nas aldeias.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES





Concepção: GLCB, APD, PCB; **Metodologia:** GLCB, APD, APD; **Pesquisa de Campo:** GLCB, IFV, DEROP, PCB, JLM, APD, PCB; **Preparação de dados GLCB,** IFV, DEROP, PCB; **Análise Formal:** GLCB, IFV, DEROP, PCB, JLM, APD, PCB; **Redação e revisão final:** GLCB, IFV, DEROP, PCB, JLM, APD, PCB. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F.T.A. *et al.* Mortalidade proporcional nos povos indígenas no Brasil nos anos 2000, 2010 e 2018. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, RJ, v. 45, n. 130, p. 691–706, set. 2021. DOI: 10.1590/0103-1104202113010.
- BASTA, P.C.; ORELLANA, J.D.Y. Pesquisa sobre os determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas de até 5 anos de idade em oito aldeias inseridas no Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Yanomami. **Fiocruz**, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)/Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), 2020.
- BASTA, P.C. Garimpo de ouro na Amazônia: a origem da crise sanitária Yanomami. **Cadernos Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 12, 6p, 2023. DOI: 10.1590/0102-311XPT111823.
- BRYLIŃSKI Ł, KOSTELECKA K, WOLIŃSKI F, DUDA P, GÓRA J, GRANAT M, FLIEGER J, TERESIŃSKI G, BUSZEWICZ G, SITARZ R, BAJ J. Aluminium in the Human Brain: Routes of Penetration, Toxicity, and Resulting Complications. **Interational Journal of Molecular Sciences**. 2023 Apr 13;24(8):7228. DOI: 10.3390/ijms24087228.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA N° 357**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 17 mar. 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO CONAMA n° 274**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. DOU: seção 1, 29 nov. 2000. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/RESOLU%C3%87%C3%83O-CONAMA-n%C2%BA-274-de-29-de-novembro-de-2000.pdf>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa. Superintendência Estadual do Pará. Brasília: **Funasa**, 2017. 49p. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+da+SALTA-z+WEB.pdf>. Acesso 28 abr. 2024.





BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA GM MS Nº 28**. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência de desassistência à população Yanomami. Seção 1, Brasília, DF, 20 jan. 2023a. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-28-de-20-de-janeiro-de-2023-459177294>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS n. 888, de 4 maio 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 4 maio 2021. Disponível em:

https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf.

BRASIL. Ministério da Saúde. Missão Yanomami - Informe Mensal 04. **Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente**, Brasília, 22 fev. 2024. Disponível em:

https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/coes/coe-yanomami/informe-diario/informe-mensal-n-04_-coe-yanomami_31-12-20231-publica.pdf/@download/file.

BRASIL. Ministério da Saúde. Missão Yanomami - Informe Diário 08/02. **Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente**, Brasília, 14 fev. 2023b. Disponível em:

https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/resposta-a-emergencias/coes/coe-yanomami/informe-diario/informe-diario_08-02.pdf/view.

BRASIL. Ministério da Saúde. Missão Yanomami - Informe Mensal 02. **Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente**, Brasília, 18 out. 2023c. Disponível em:

<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/resposta-a-emergencias/coes/coe-yanomami/informe-diario/missao-yanomami-informe-mensal-02/view>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Missão Yanomami - Informe Mensal 03. **Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente**, Brasília, 21 dez. 2023d. Disponível em:

<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/resposta-a-emergencias/coes/coe-yanomami/informe-diario/missao-yanomami-informe-mensal-3/@download/file>.

CALDAS, A. D. R. *et al.* Mortalidade infantil segundo cor ou raça com base no Censo Demográfico de 2010 e nos sistemas nacionais de informação em saúde no Brasil.

Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 33, p. e00046516, 2017. DOI: 10.1590/0102-311X00046516.

CARDOSO, A. M.; SANTOS, R. V.; COIMBRA JR, C.E.A. Mortalidade infantil segundo raça/cor no Brasil: o que dizem os sistemas nacionais de informação? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 5, p. 1602-1608, 2005. DOI 10.1590/S0102-311X2005000500035.

DIAS, A.P. Tecnologia Social. In: Gomes, U.A.F; Pena, J.L.; Queiroz, J.T.M. (Org.).

Dicionário de saneamento básico [livro eletrônico]: pilares para uma gestão participativa nos municípios. Belo Horizonte, MG: Projeto San Bas, 2022. p.717-723.

Disponível em: <https://sanbas.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2022/07/Dicionario-de-Saneamento-Basico.pdf>. Acesso 27 abr. 2024.



- HUAT, T.J.; CAMATS-PERNA, J.; NEWCOMBE, E.A.; VALMAS, N.; KITAZAWA, M.; MEDEIROS, R. Metal Toxicity Links to Alzheimer's Disease and Neuroinflammation. **Journal Molecular Biology**. 2019 Apr 19;431(9):1843-1868. DOI: 10.1016/j.jmb.2019.01.018.
- IGBOKWE, I.O.; IGWENAGU, E.; IGBOKWE, N.A. Aluminium toxicosis: a review of toxic actions and effects. **Interdiscip Toxicol**. 2019 Oct;12(2):45-70. DOI: 10.2478/intox-2019-0007.
- MARINHO, G. L. *et al.* Saneamento básico em domicílios indígenas de áreas urbanas da Amazônia Legal, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 29, p. 177-186, 2021. DOI: 10.1590/1414-462X202199010455.
- MARINHO, G. L. *et al.* Mortalidade infantil de indígenas e não indígenas nas microrregiões do Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [online], v. 72, n.1, p. 57-63, 2019. DOI: 10.1590/0034-7167-2017-0646.
- MORAES, A.O.D.S.; MAGALHÃES, E.I.D.S.; ORELLANA, J.D.Y.; GATICA-DOMINGUEZ, G.; NEVES, P.A.R.. BASTA, P.C.; VAZ, J.D.S. Food profile of Yanomami indigenous children aged 6 to 59 months from the Brazilian Amazon, according to the degree of food processing: a cross-sectional study. **Public Health Nutr**. Jan;26(1):208-218. 2023. DOI: 10.1017/S1368980022001306
- ORELLANA, J. D. Y. *et al.* Intergenerational Association of Short Maternal Stature with Stunting in Yanomami Indigenous Children from the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 18, n. 17, p. 9130, 30 ago. 2021. DOI: 10.3390/ijerph18179130.
- LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011. DOI: 10.1590/S0034-76122011000200003.
- RAUPP, L. *et al.* Condições de saneamento e desigualdades de cor/raça no Brasil urbano: uma análise com foco na população indígena com base no Censo Demográfico de 2010. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [online], v. 20, n. 1, p. 1-15, 2017. DOI: 10.1590/1980-5497201700010001.
- RAUPP, L. *et al.* Saneamento básico e desigualdades de cor/raça em domicílios urbanos com a presença de crianças menores de 5 anos, com foco na população indígena. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. Suppl 3, p. e00058518, 2019. DOI: 10.1590/0102-311X00058518.
- TEIXEIRA, P. A. *et al.* Parasitoses intestinais e saneamento básico no Brasil: estudo de revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, [online], v. 6, n. 5, p. 22867-22890, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n5-006.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada
sob Creative Commons Atribuição 3.0