doi: 10.5123/S2176-6223202601843

Entre rios e comunidades: experiências de pesquisa em saúde ambiental na Amazônia brasileira com ênfase na exposição ao mercúrio

Between rivers and communities: Environmental health research experiences in the Amazon with an emphasis on mercury exposure

Iracina Maura de Jesus[1], Elisabeth Conceição de Oliveira Santos[1]

[1] *Instituto Evandro Chagas/SVSA/MS, Ananindeua, Pará, Brasil*

RESUMO

Este relato tem como objetivo descrever experiências de campo em estudos realizados com comunidades expostas ao mercúrio, desenvolvidos pelo Instituto Evandro Chagas na Amazônia brasileira. A metodologia de pesquisa em saúde humana compreende os eixos epidemiológico, clínico e laboratorial. As etapas de campo abrangem viagens exploratórias ou de reconhecimento para levantamento ambiental e contato com as comunidades; expedições ambientais; inquéritos epidemiológicos com coleta de material biológico; avaliação clínica e devolutiva dos resultados; oficinas, palestras com as comunidades e atividades de educação ambiental. A falta de saneamento e a prevalência de doenças infecciosas, como malária, dengue, hanseníase e parasitoses destacaram-se no perfil de morbidade dessas populações e níveis mais elevados de mercúrio em cabelo foram encontrados em comunidades da bacia do rio Tapajós sob influência da mineração de ouro. Fatores globais como as mudanças climáticas podem ter repercussões nas comunidades e na piora das condições de vida, aumento da temperatura, secas, estresse oxidativo e inflamação, entre outros impactos, favorecendo a ocorrência de doenças infecciosas e o papel deletério de contaminantes como o mercúrio na saúde. A experiência de campo em saúde ambiental reforçou a importância de abordagens interdisciplinares que considerem as especificidades das comunidades, reconhecendo sua voz e seu protagonismo na identificação de suas necessidades.

Palavras-chave: Saúde Ambiental; Mercúrio; Exposição; Metodologia de Campo; Amazônia.

ABSTRACT

This report aims to describe field experiences derived from studies of communities exposed to mercury, conducted by the Evandro Chagas Institute in the Brazilian Amazon. The methodology adopted in these human health studies includes epidemiological, clinical, and laboratory approaches. Fieldwork includes exploratory visits for environmental assessment and community engagement; environmental expeditions; epidemiological surveys with biological material collection; clinical evaluation and feedback on results; workshops and lectures with communities and environmental education activities. Limited access to sanitation and the prevalence of infectious diseases such as malaria, dengue fever, leprosy, and parasitic infections were prominent in the morbidity profile of these populations and elevated mercury concentrations in hair were found in communities in the Tapajós River basin, affected by gold mining activities. Global factors such as climate change can have repercussions on communities, leading to worsening living conditions, increased temperatures, droughts, oxidative stress, and inflammation, among other impacts, may contribute to the growing burden of infectious diseases and the adverse health effects of environmental contaminants such as mercury. Field experience in environmental health reinforced the importance of interdisciplinary approaches that consider the specificities of communities, recognizing their voice and their leading role in addressing their needs.

Keywords: Environmental Health; Mercury; Exposure; Fieldwork; Amazon.

Correspondência / Correspondence:

Iracina Maura de Jesus
Instituto Evandro Chagas/SVSA/MS, Seção de Meio Ambiente
Ananindeua, Pará, Brasil
E-mail: iracinajesus@iec.gov.br

INTRODUÇÃO

Entramos com expectativa naquele pequeno avião que partia da cidade de Itaituba rumo ao garimpo Creporizão, na bacia do rio Tapajós, Amazônia brasileira. Nessa viagem exploratória, nossa equipe, composta por quatro pesquisadores conheceriam pela primeira vez um garimpo e sua currutela, povoação formada em torno da atividade de mineração de ouro e que ancora a subsistência do garimpo. Em seguida, seguimos em um avião ainda menor ao garimpo Cuiu Cuiu e sua currutela. Ambos os garimpos se localizam no município de Itaituba, estado do Pará (Figura 1). As pistas de pouso de terra batida despertaram em nós um sentimento de apreensão. Anotávamos tudo o que chamava nossa atenção e realizávamos registros fotográficos das condições de vida da comunidade, desde a carência de saneamento e situações que evidenciavam a reduzida presença do Estado, os estabelecimentos comerciais, onde havia placas de farmácias e outros serviços oferecidos literalmente, "a peso de ouro," pois o metal era a moeda local. Para fazer saber às autoridades sobre a finalidade de nossa presença visitamos as delegacias das localidades, além de interagir com pessoas de diversos estabelecimentos e com garimpeiros e moradores (Figura 2). Visitamos ainda frentes de garimpagem próximas à currutela. Assim, iniciava-se, em setembro de 1991, nossa extraordinária jornada de expedições científicas por diversas regiões da Amazônia e suas populações, contribuindo para a construção da história da Saúde Ambiental protagonizada pelo Instituto Evandro Chagas (IEC) e sua Seção de Meio Ambiente (SEAMB).

A pesquisa de campo constitui um dos importantes pilares da história do IEC, por meio da qual a instituição conecta a origem do processo de investigação dos problemas de saúde pública e ambiental com a pesquisa laboratorial avançada, para dar respostas ao sistema de saúde e produzir conhecimento científico de alta qualidade. Este relato tem como objetivo descrever experiências de campo no estudo de comunidades expostas ao mercúrio e apresentar a metodologia de trabalho desenvolvida na Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas ao longo de três décadas de pesquisas na Amazônia, destacando os aprendizados e os desafios da prática da saúde ambiental. Será dado ênfase à exposição ambiental ao mercúrio orgânico, sendo mencionados os garimpos Creporizão, Cuiú-Cuiú e Rato apenas por terem sido os primeiros trabalhos de campo da SEAMB/IEC.

METODOLOGIA DE PESQUISA EM SAÚDE AMBIENTAL

As pesquisas em saúde ambiental desenvolvidas no IEC incluem, em seu planejamento uma série de etapas, que abrangem viagens exploratórias ou de reconhecimento para levantamento ambiental e contato com as comunidades; expedições ambientais; inquéritos epidemiológicos com coleta de material biológico; avaliação clínica e devolutiva dos resultados; oficinas e palestras com as comunidades e atividades de educação ambiental. Essas etapas são adequadas ao desenho do estudo para cada problema de pesquisa e local, podendo compreender amostragens sazonais. A metodologia dos estudos em saúde humana compreende os eixos epidemiológico, clínico e laboratorial[1,2]. Além disso, as autoridades estaduais e municipais do Sistema Único de Saúde (SUS) e da área ambiental representam parcerias importantes no desenvolvimento das pesquisas. Em nossos estudos, a participação de equipes de saúde locais em apoio às ações em campo é de grande importância para o impacto positivo da pesquisa nas comunidades.



Figura 1 – Chegada ao garimpo Creporizão, em setembro de 1991. Em destaque as pesquisadoras Elisabeth Santos (ao centro) e Iracina M. de Jesus (à direita, de perfil). À esquerda a geóloga Rita Rodrigues. Registro fotográfico realizado pelo pesquisador Edvaldo B. Loureiro. Acervo SEAMB/IEC



Figura 2 – Vista da principal rua comercial da currutela do garimpo Creporizão destacando-se a oferta de exames para malária e outros, setembro de 1991. Acervo SEAMB/IEC

OBJETIVOS DAS EXPEDIÇÕES DE CAMPO

As expedições de campo operacionalizam os estudos científicos com o objetivo de avaliar a exposição das populações ao mercúrio total e ao metilmercúrio (forma mais tóxica do metal), os fatores de risco associados, os efeitos clínicos da exposição e os biomarcadores de efeito, de acordo com a perspectiva de população exposta e população controle ou menos exposta. Além disso, avaliam os níveis de mercúrio em peixes consumidos pela população e em outras matrizes ambientais. No enfoque da saúde pública, os resultados das expedições têm como objetivo gerar recomendações de medidas preventivas ou de intervenção, fortalecer a vigilância em saúde e o protagonismo comunitário, promover a saúde e a educação ambiental. O alcance desses objetivos depende de fatores como o delineamento, tamanho e complexidade do estudo.

VIAGENS EXPLORATÓRIAS E EXPEDIÇÕES AMBIENTAIS

Para cada localidade planeja-se uma viagem exploratória destinada ao contato preliminar com as comunidades e com as autoridades e lideranças locais e para o levantamento das informações necessárias para o desenvolvimento das próximas etapas. São coletados dados demográficos, geográficos, de saneamento, saúde, transporte, energia, economia, infraestrutura para o laboratório de campo, etc. Esse também é um momento de sensibilização dos pesquisadores em relação às necessidades das comunidades e destas em relação aos objetivos do estudo.

As expedições ambientais geralmente sucedem às viagens exploratórias, podendo haver coleta concomitante se o estudo for emergencial. Nos estudos de exposição ao mercúrio, as coletas ambientais incluem principalmente peixes (músculos, outros tecidos e órgãos), devido ser a principal fonte de exposição ambiental ao agente químico[1,3]. Contudo, também são coletadas amostras de sedimento, água e material particulado, dependendo da forma química do mercúrio a ser pesquisada[3]. A avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água destinada ao consumo humano nas comunidades é comumente um dos objetivos dos estudos, contribuindo para a identificação e a mitigação de riscos à saúde da população.

ETAPAS EPIDEMIOLÓGICAS E CLÍNICAS

A maior parte dos estudos epidemiológicos realizados pela SEAMB/IEC apresentam delineamento transversal, com coleta única de amostras biológicas. O inquérito epidemiológico em cada

estudo é desenvolvido com base na população-alvo, da qual se obtém a amostra necessária por meio de técnicas estatísticas de amostragem aleatória como conglomerado em 2 estágios[3] ou por amostragem de conveniência[1]. Essa etapa esteve presente em todos os estudos e é realizada por equipe de pesquisadores e técnicos que varia geralmente em número de 4 a 10 pessoas, de acordo com o número de participantes e a logística de campo, se planejada como visita domiciliar ou atendimento centralizado. A participação nos estudos ocorre mediante consentimento pós-informado e assinatura dos termos éticos necessários. A estrutura básica dos questionários epidemiológicos utilizados inclui dados demográficos, ocupacionais, consumo de alimentos com ênfase na ingestão de peixes, dados reprodutivos, morbidade referida, uso de medicamentos, exposição a poluentes, dados sobre o domicílio, saneamento e água consumida.

Os estudos epidemiológicos podem incluir etapas de avaliação clínica que até a década de 2000, foram realizadas no mesmo período do levantamento epidemiológico em cada localidade. Posteriormente, a avaliação clínica passou a ser realizada até 60 dias após a coleta das amostras biológicas, visando associar o atendimento clínico à devolutiva dos resultados aos participantes, o que se mostrou muito favorável para a conduta médica e para a logística de campo em localidades de difícil acesso. O atendimento clínico inclui anamnese e exame físico geral e especial. Nas populações expostas ao mercúrio, é realizada avaliação neurológica e aplicação de testes clínicos para medir possíveis danos ao sistema nervoso. Essa atividade inclui a avaliação do equilíbrio estático e dinâmico, distúrbios sensoriais, reflexos osteo tendinosos, alterações visuais e auditivas, entre outros aspectos.

COLETA DE MATERIAIS BIOLÓGICOS

Em estudos centrados em inquéritos epidemiológicos, são coletadas amostras de cabelo e de sangue (este não obrigatório) para análises de mercúrio total e metilmercúrio. Nos estudos que incluem avaliação clínica, são coletadas amostras de sangue para hemograma e sangue ou soro para biomarcadores bioquímicos (glicemia, perfil lipídico, uréia, creatinina, enzimas hepáticas AST - Aspartato Amino Transferase e ALT - Alanina Aminotransferase entre outras), além de amostras de urina para uranálise. Outros materiais podem ser coletados segundo indicação clínica e segundo o perfil de biomarcadores estabelecidos em cada estudo.

PALESTRAS, OFICINAS E ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Atividades de conscientização e educação em relação ao mercúrio e seus impactos na saúde humana e no ambiente têm sido desenvolvidas em diversas comunidades expostas ao contaminante e incluem informações sobre os estudos de Hg na localidade. As palestras são realizadas em locais como centros comunitários, câmaras municipais, Ministério Público e escolas[3]. Também foram promovidas oficinas de educação ambiental com jogos didáticos e entrevistas com especialistas sobre mercúrio, com alunos do ensino fundamental e médio em escolas dos municípios de Manoel Urbano e Sena Madureira, estado do Acre[2]. Além das questões relacionadas ao mercúrio, as atividades de educação ambiental abrangem os cuidados com a água destinada ao consumo humano para a promoção da saúde.

COMPOSIÇÃO DAS EQUIPES DE CAMPO

As equipes de pesquisa apresentaram desde o início composição multidisciplinar com o objetivo de desenvolver pesquisas de caráter interdisciplinar[4]. Por exemplo, a equipe mencionada na introdução deste relato incluía os pesquisadores do IEC/Fundação Nacional de Saúde: Elisabeth Conceição de Oliveira Santos (Virologista), Edvaldo Carlos Brito Loureiro (Bacteriologista) e Iracina Maura de Jesus (Epidemiologista), além de Rita Maria Rodrigues (Geóloga) da Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração do Estado do Pará. Na trajetória da SEAMB, as equipes têm sido constituídas por biomédicos, farmacêuticos, biólogos, médicos, químicos, engenheiros sanitaristas, geólogos, com formação acadêmica em saúde coletiva, química, biologia molecular, epidemiologia, genética, entre outras. A participação de pós-graduandos e bolsistas de áreas correlatas e de equipes técnicas das áreas de saúde, química e gestão administrativa certamente tem sido fundamental para o êxito dos estudos e das pesquisas de campo.

ÉTICA EM PESQUISA

Os estudos iniciais da SEAMB/IEC tiveram início quatro anos antes da implementação da Resolução nº 196 do Conselho Nacional de Saúde de outubro de 1996, Ministério da Saúde, que regulamentou as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil[5]. Todavia, a SEAMB já utilizava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em suas pesquisas, com fundamento nos protocolos internacionais de ética em pesquisa como a Declaração de Helsinque-Tóquio[5], adequando seus protocolos a partir de 1996 às Resoluções vigentes do Conselho Nacional de Saúde e Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP/Ministério da Saúde.

CONHECENDO AS COMUNIDADES, SEUS HÁBITOS E INTERAÇÃO COM O RIO

Os primeiros dias de permanência em uma comunidade representavam um período de entrosamento entre os moradores e a equipe de pesquisa. Tudo parecia novidade. Para ambas as partes foi um exercício de respeito e boa vontade. Em nossa experiência, a hospitalidade sempre foi muito evidente em todas as comunidades. Nas localidades sem hotéis ou quando não dispúnhamos de estruturas de hospedagem, como barco alugado, fomos generosamente hospedados por moradores em suas residências ou em barracões comunitários, o que constituiu a maioria dos casos. Para o desenvolvimento do trabalho, contávamos com postos de saúde (onde havia e quando estava disponível) ou

centros comunitários (Figura 3). Em contraste, em nosso primeiro trabalho em garimpo (garimpo do rio do Rato, bacia do Tapajós, município de Itaituba, setembro de 1992)[6], foi necessário armar ao modo garimpeiro grandes barracas de lona para atendimento e para alojar a equipe de pesquisa e todos os dias nos deparávamos com aranhas e outros artrópodes, excessiva umidade e calor, o que não deveria nos surpreender já que as barracas foram erguidas em área de mata.

Cada comunidade ou grupo populacional pesquisado proporcionou uma experiência única para a equipe de pesquisa e também para os moradores. Mesmo visitas subsequentes a uma mesma localidade agregaram informações que enriqueceram a experiência e o aprendizado, modificando o perfil conhecido da comunidade até então. Um dos aspectos mais cativantes no convívio com as comunidades ribeirinhas foi compreender a relação das pessoas com o rio. É uma interação natural em que o rio "cuida" das comunidades provendo alimento e água para consumo e uso doméstico. No rio se deslocam, aprendem a nadar, pescam, tomam banho e lavam utensílios e roupas e se refrescam do calor (Figura 4). Há uma relação de dependência mútua entre rio e comunidade que tem sido ameaçada de forma crescente pelos impactos das atividades humanas (mesmo das próprias comunidades) e mudanças climáticas[7]. Nesse aspecto, a educação ambiental e o conhecimento gerado pelas pesquisas em saúde e ambiente são ferramentas de contraposição a esses riscos.



Figura 3 – Comunidade aguardando atendimento pela equipe de pesquisa da SEAMB/IEC em Santana do Ituqui, município de Santarém, Pará, outubro de 1996. No centro, componentes da equipe do IEC, pesquisadoras Judith Weirich (blusa rosa) e Joana Favacho (blusa branca). Acervo SEAMB/IEC



Figura 4 – Cotidiano da comunidade no rio Tapajós. São Luiz do Tapajós, Itaituba, Pará, novembro de 1999. Acervo SEAMB/IEC

O trabalho de campo, especialmente em áreas remotas é árduo em sua rotina e horários. Em nossas expedições, os horários se adequavam para o melhor rendimento dentro do tempo disponível, respeitando os hábitos das comunidades. Quando os estudos envolviam exames de material biológico no laboratório de campo, a rotina se tornava mais extensa. Além disso, a necessidade de deixar tudo organizado para o dia seguinte exigia horas a mais durante os principais dias de atendimento. Nesse sentido, uma experiência sensorial marcante na comunidade indígena Sai Cinza no rio Tapajós, ocorreu quando voltávamos para o alojamento após finalizarmos a organização dos materiais, já em torno de meia noite, quando o cheiro de peixe assado inundava a rua deserta e nos acrescentava informações sobre o hábito da comunidade, de não desperdiçar nenhuma oportunidade de comer peixe recém pescado, independente da hora de chegada da pescaria. Posteriormente, verificou-se que o alto consumo de peixe nessa comunidade refletia-se nos níveis de mercúrio[1,8].

Ainda sobre a influência dos hábitos alimentares na exposição ao mercúrio, visitamos certa vez o domicílio de um participante da pesquisa realizada em Manoel Urbano em 2016, cidade ribeirinha do rio Purus, estado do Acre[2], o qual apresentava um dos maiores níveis de mercúrio em cabelo da amostragem, destoando da maioria dos indivíduos pesquisados. Suas principais atividades eram, agricultor e pescador, e nessa visita constatamos que ele tinha o hábito de salgar os peixes para conservá-los pelo maior tempo possível e assim manter o seu consumo mais frequente, mesmo em tempo de escassez de pescado. Este hábito poderia contribuir para o aumento da exposição ao mercúrio e os níveis encontrados em seu cabelo e ele foi orientado sobre como reduzir a exposição e à adoção de práticas preventivas.

PROBLEMAS DE SAÚDE E DE CONDIÇÕES DE VIDA

Ao estabelecer um programa de pesquisa para avaliar as consequências na saúde e ambiente decorrentes da exposição a poluentes como o mercúrio, uma decisão importante foi adotar uma abordagem o mais holística possível para a saúde do indivíduo e das comunidades, atentando para as suas necessidades e procurando fazer o máximo possível para atendê-las, sabendo que tanto a pessoa quanto a coletividade apresentavam demandas imediatas, algumas urgentes e que a equipe de pesquisa precisava ajudar com o melhor de si e da instituição ali representada. Esta situação foi muito evidenciada em comunidades de áreas remotas, as quais não contavam com acesso a serviços de saúde[1]. Atendimentos clínicos de participantes da pesquisa e atendimentos extras, atendimentos de urgências, referenciamento de pacientes, avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano, foram ações desenvolvidas nesse sentido, nas comunidades.

Cada população ou comunidade apresenta um perfil epidemiológico e de morbidade. De modo geral, a falta de saneamento destacou-se como um fator presente em todas as comunidades pesquisadas, sendo particularmente crítica em determinados lugares como as currutelas de garimpos. Nesses ambientes, as doenças infecciosas como malária, hepatites, hanseníase, dengue, também apresentaram elevada prevalência[6]. Em comunidades ribeirinhas ou indígenas, a precariedade do saneamento também contribui para a ocorrência de doenças diarreicas e parasitoses e as doenças infecciosas já citadas também foram relevantes na morbidade local[9]. A baixa qualidade da água também representa um fator de risco constante de doenças nessas comunidades[1]. O próprio acesso a água pode ser bastante limitado em razão da ausência de poços adequados e que forneçam água constante, levando a população a se abastecer de água em rios e igarapés e transportá-la em recipientes até suas residências, como constatado em diversas localidades . Além disso, podem existir dificuldades de acesso a energia elétrica e ausência ou limitação de acesso a atendimento de serviços de saúde. Contudo, os agentes comunitários de saúde desempenham papel essencial na promoção, prevenção e educação em saúde nas localidades onde estão presentes, facilitando o acesso aos serviços de saúde e fortalecendo a vigilância em saúde nessas populações.

PIONEIRISMO NOS ESTUDOS DE EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO

A Tabela 1 apresenta a cronologia das populações pesquisadas em quatro estados da Amazônia brasileira. A partir de 1994, os estudos em populações expostas ao metilmercúrio iniciaram em comunidades ribeirinhas do rio Tapajós, região impactada pela atividade garimpeira de ouro e duas dessas comunidades (São Luiz do Tapajós e Barreiras) foram investigadas em mais de uma ocasião[1,8]. Ainda no estado do Pará, quatro comunidades foram pesquisadas como comunidades controle (Santana do Ituqui, Aldeia-Lago Grande, Tabatinga e Caxiuanã)[10]. Diversas aldeias indígenas Pakáa-Nova foram pesquisadas em Rondônia[11] e no estado do Amazonas foi realizado inquérito com coleta de amostras de cabelo nas cidades de São Gabriel da Cachoeira e Barcelos[12].

As pesquisas em saúde relacionadas ao mercúrio no estado do Acre iniciaram em 1998, quando o Ministério da Saúde solicitou ao IEC um estudo sobre a exposição ao mercúrio na cidade de Rio Branco devido o surgimento de casos de indivíduos com níveis anômalos de mercúrio em cabelo[3]. O robusto estudo amostral em bairros e domicílios foi desenvolvido na cidade, com apoio de instituições de saúde e ambiente do estado e município, instituições de ensino, Fundação Nacional de Saúde - FUNASA e Ministério Público Estadual. Os resultados mostraram baixa exposição na população ao mercúrio, com concentração média de 2,41 μg/g em cabelo e apenas 3,8% dos indivíduos apresentaram concentrações superiores a 10 μg/g[3].

Em colaboração com um grupo de pesquisa da Universidade Federal do Pará - UFPA o IEC participou

de um estudo no qual foram investigadas 10 cidades do estado do Acre, situadas ao longo da rodovia BR-364, atravessando ou se aproximando de rios importantes do Acre[13]. O estudo foi desenvolvido em 2002 e suscitou outros estudos nas cidades de Manoel Urbano e Sena Madureira devido os níveis de mercúrio encontrados em cabelo. Assim, foram realizados inquéritos epidemiológicos e coleta de amostras de sangue e cabelo para análises de mercúrio e de biomarcadores de efeitos da exposição nessas cidades. Posteriormente foi realizado um terceiro estudo na cidade de Manoel Urbano para continuidade da avaliação de saúde dos participantes e biomonitoramento em relação ao mercúrio[14,15,16].

Tabela 1 – Populações pesquisadas pelo Instituto Evandro Chagas quanto a exposição ambiental ao mercúrio na Amazônia brasileira, 1994 - 2016

Estado	Ano	Localidade-Município	Rio ou Bacia	Tipo de população	Nº de indivíduos	Referência
Pará	1994	Brasília Legal-Aveiro	Tapajós	Ribeirinha	246	1,8
	1995	Sai Cinza-Jacareacanga	Tapajós	Indígena-ribeirinha	330	1,8
	1996	São Luís do Tapajós-Itaituba	Tapajós	Ribeirinha	333	1,8
	1996	Santana do Ituqui - Santarém	Ituqui Amazonas	Ribeirinha-controle	326	10
	1997	Aldeia-Monte Alegre	Lago Grande Amazonas	Ribeirinha-controle	327	10
	1998	Tabatinga	Amazonas	Ribeirinha-controle	563	10
	1999	São Luís do Tapajós-Itaituba	Tapajós	Ribeirinha	376	1
	2000	Barreiras-Itaituba	Tapajós	Ribeirinha	491	1
	2000	Caxiuanã-Melgaço	Caxiuanã	Ribeirinha-FLONA	214	10
	2002	Barreiras-Itaituba	Tapajós	Ribeirinha	704	1
	2010	Barreiras-Itaituba	Tapajós	Ribeirinha	106	
Rondônia	1997	Pakáa-Nova	Pacaás Novos	Indígena-ribeirinha	1058	11
Amazonas	2002	São Gabriel da Cachoeira	Rio Negro	Ribeirinho	158	12
	2002	Barcelos	Rio Negro	Ribeirinho	242	12
Acre	1998	Rio Branco	Rio Acre	Urbana	2442	3
	2002	Cidades rurais (10)	Bacia do Acre, Purus e Juruá	Ribeirinha-rural	798	2,13
	2012	Manoel Urbano	Purus	Ribeirinha-rural	275	2,15
	2013	Sena Madureira	Iaco	Ribeirinha-rural	502	14
	2016	Manoel Urbano	Purus	Ribeirinha-rural	113	16
					9604	

Um dos grandes desafios a que o nosso grupo de pesquisa se propôs ainda na década de 1990, foi investigar níveis de background de mercúrio em diferentes áreas da Amazônia[1,10]. Para isso, estabeleceu-se como objetivo pesquisar áreas afastadas de fontes de emissão de mercúrio (como garimpos e hidrelétricas), avaliando também áreas de conservação como florestas nacionais. No entanto, verificamos que nesses ambientes, como na Floresta Nacional-FLONA de Caixuanã, os níveis de mercúrio em seres humanos e peixes podem ser quase tão elevados quanto em áreas sob influência da mineração de ouro, devido a mobilização e disponibilidade de mercúrio nos compartimentos ambientais característicos dessas áreas[10]. Estabelecer níveis de referência amazônicos para populações expostas ao mercúrio é um desafio que permanece, uma vez que os níveis internacionais têm sido modificados ao longo do tempo, com tendência a limites mais restritos, porém no Brasil ainda não foram estabelecidos referenciais com base em estudos locais[17].

A exposição das populações amazônicas ao mercúrio ocorre principalmente por duas vias: a ingestão de pescado contaminado com metilmercúrio[1,17] (exposição ambiental) e a inalação de vapor de mercúrio pela queima do amálgama ouro-mercúrio[18,19] (exposição ocupacional). Acerca disso, nossos estudos verificaram que as comunidades situadas em áreas sob impacto do mercúrio de origem antropogênica apresentavam níveis de exposição mais elevados que as demais[1,8]. No entanto, foram observados diferentes gradientes de exposição, inclusive teores elevados de mercúrio em áreas protegidas[10]. Em comunidades situadas na bacia do rio Tapajós, os níveis de mercúrio em cabelo se mostraram associados ao consumo de peixe, especialmente de espécies piscívoras e carnívoras[20], sendo que as comunidades ribeirinhas com grande consumo apresentaram as maiores concentrações de mercúrio. Dentre estas se destacaram as comunidades de São Luiz do Tapajós e Barreiras, com média de mercúrio em cabelo de 19,8 $\mu g/g^{-1}$ e 12,6 $\mu g/g^{-1}$, respectivamente[8]. Os níveis da primeira avaliação se mantiveram semelhantes nas avaliações seguintes nessas comunidades, indicando a continuidade da exposição. A comunidade indígena Sai Cinza da região do Tapajós[8] apresentou níveis em cabelo de16,0 $\mu g/g^{-1}$, cerca de duas vezes os teores apresentados pelos indígenas Pakáa-Nova, de Rondônia (de 8,37 $\mu g/g^{-1}$)[11].

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE AMBIENTAL

As consequências das mudanças climáticas para as comunidades da Amazônia representam uma exacerbação dos riscos existentes para doenças e agravos à saúde, além de ameaçarem a segurança alimentar e outros aspectos essenciais à qualidade de vida dessas populações. As doenças infecciosas têm sido utilizadas como modelos preditivos para análises dessas consequências[21]. O impacto na exposição e efeitos dos contaminantes químicos nas populações, possivelmente não tão diretamente perceptíveis a curto prazo, pode levar a uma aceleração desses efeitos negativos sobre a saúde devido a piora das condições de vida, aumento da temperatura, secas, estresse oxidativo e inflamação, entre outros impactos[21,22]. Esses fatores favorecem o papel deletério de contaminantes como o mercúrio na saúde, bem como no desencadeamento de doenças crônicas não transmissíveis[23].

O início da década de 1990 foi um marco para a agenda ambiental mundial e no Brasil, devido a realização da Conferência das Nações Unidas ECO-92, no Rio de Janeiro[2]. Trinta e três anos depois o país e a Amazônia tiveram a oportunidade de participar das discussões globais sobre mudanças climáticas na Conferência das Nações Unidas sobre o tema em Belém, Pará, de 10 a 21 de novembro de 2025. Esse evento representou uma oportunidade para avanços no desenvolvimento da saúde ambiental global e na Amazônia em benefício das populações humanas, da biodiversidade e dos ecossistemas.

DESAFIOS NA PRÁTICA DE SAÚDE AMBIENTAL NA AMAZÔNIA

O IEC iniciou seus estudos ambientais no início da década de 1990, em garimpos localizados na bacia do rio Tapajós como citado anteriormente[6]. Estudos de saúde realizados em áreas garimpeiras são bastante raros pelos custos e dificuldades logísticas e sua viabilidade necessita de sólidas parcerias institucionais. Em áreas ribeirinhas remotas, como em determinadas comunidades indígenas[1,11], essas dificuldades também podem ser limitantes.

Os desafios encontrados abrangem a logística de acesso às comunidades, falta de transporte adequado e condições seguras para as equipes e amostras, falta de energia elétrica para as atividades, falta ou instabilidade de meios de comunicação, falta de financiamento suficiente, para citar alguns. A carência de condições de vida adequadas e falta de estrutura de serviços nas comunidades são desafiadoras para os moradores e para as equipes de pesquisa. As parcerias institucionais e com as comunidades possibilitam meios de superação de muitos entraves no processo de pesquisa e no trabalho de campo.

A saúde ambiental aponta para o desenvolvimento de abordagens transdisciplinares[4]. A composição multidisciplinar das equipes de pesquisa ressalta seu aspecto heterogêneo, no entanto atuar nos níveis da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade significa possuir capacidade resolutiva atrelada a cada área do conhecimento podendo interagir com certa profundidade. No entanto, a busca pela transdisciplinaridade é um desafio em saúde ambiental pois possibilita avanços significativos na compreensão e resolução das questões complexas abordadas nesse campo. Essa visão integra conhecimentos de cada área e ultrapassa seus limites isolados e ainda os limites do conhecimento acadêmico, agregando outros saberes para gerar conhecimento novo e transformador como na perspectiva da eco-saúde (que associa a pesquisa em saúde ambiental e a pesquisa-ação)[24] e da saúde única (que aborda de forma integrada saúde humana, animal e ambiental)[25].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências de campo têm a capacidade de enriquecer, responder, fortalecer e redirecionar questões de pesquisa. Elas possibilitam o contato com saberes locais e o conhecimento de formas de resistência, resiliência e adaptação que a comunidade aprende a desenvolver na prática, como resposta às suas adversidades. Nossa experiência de campo em saúde ambiental reforçou a importância de abordagens interdisciplinares que considerem as especificidades de cada comunidade, reconhecendo sua voz e seu protagonismo na atenção de suas necessidades.

O trabalho de campo constitui um ambiente de aprendizado mútuo, escuta ativa, respeito e gratidão. Após um trabalho de campo, retornamos, quase sempre, com mais perguntas que respostas e esse é o mover da ciência. A pesquisa não se encerra ao final do trabalho de campo ou mesmo do projeto, mas permanece como um compromisso ético e científico dos pesquisadores e das instituições de transformar conhecimento em ações que promovam qualidade de vida e justiça socioambiental.

AGRADECIMENTOS

Expressamos nossa gratidão a todas as comunidades e grupos populacionais que participaram voluntariamente das pesquisas. Somos gratos às secretarias estaduais e municipais de saúde e ambiente pelo apoio ao desenvolvimento dos estudos. Agradecemos à equipe da Seção de Meio Ambiente e de outras Seções do Instituto Evandro Chagas que colaboraram em nossas equipes de Campo. Somos gratos aos financiadores de nossos estudos como o Instituto Evandro Chagas/SVSA/MS, União Européia, Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial-UNIDO, Centro de Tecnologia Mineral-CETEM, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, National Institute for Minamata Disease-NIMD e Japan International Cooperation Agency-JICA.

REFERÊNCIAS

1 Santos ECO, Jesus IM, Brabo ES, Faial KF, Sá Filho GC, Lima MO, et al. Exposição ao mercúrio e ao arsênio em estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA. Rev Bras Epidemiol. 2003;6(2):171-85.

2 Jesus IM, Brabo ES, Lima MO, Faial KRF, Moraes LLCS, Mendes RA, et al. Contribuição pioneira do Instituto Evandro Chagas para a saúde ambiental na Amazônia em 25 anos da Seção de Meio Ambiente. Rev Pan-Amaz Saude. 2016 dez;7(n. esp):83-92.

3 Santos ECO, Jesus IM, Brabo ES, Câmara VM, Loureiro ECB, Mascarenhas AF, et al. Exposure to mercury in the urban population of Rio Branco City, state of Acre, Brazil. Bull Environ Contam Toxicol. 2002 Sep;69(3):314-9.

4 Castilhos ZC. Caminhos para a transdisciplinaridade como estratégia de pesquisa em saúde humana e meio ambiente [editorial]. Rev Pan-Amaz Saude. 2018;9(2):9-11.

5 Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996. Brasília: CNS; 1996 [citado 2026 ago 24]. Disponível em https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/1996/resolucao-no-196.pdf.

6 Santos EO, Loureiro ECB, Jesus IM, Brabo E, Silva RSU, Soares MCP, et al. Diagnóstico das condições de saúde de uma comunidade garimpeira na região do Rio Tapajós, Itaituba, Pará, Brasil, 1992. Cad Saúde Pública. 1995 jun;11(2):212-25.

7 Santos DIP, Costa FS, Caldas MRA, Silva PRM, Caldas ISA. Mudanças climáticas e modo de vida ribeirinho: bases para a governança de risco no Amazonas. Rev EDUCAmazônia. 2023 dez;16(2):416-38.

8 Santos ECO, Jesus IM, Brabo ES, Loureiro ECB, Mascarenhas AFS, Weirich J, et al. Mercury exposures in riverside Amazon communities in Para, Brazil. Environ Res. 2000 Oct;84(2):100-7.

9 Vianna AS, Câmara VM, Barbosa MCM, Santos ASE, Asmus CIRF, Luiz RR, et al. Exposição ao mercúrio e anemia em crianças e adolescentes de seis comunidades da Amazônia brasileira. Ciênc Saúde Coletiva. 2022 mai;27(5):1859-71.

10 Santos ECO, Câmara VM, Jesus IM, Brabo ES, Loureiro ECB, Mascarenhas AFS, et al. A contribution to the establishment of reference values for total mercury levels in hair and fish in Amazônia. Environ Res. 2002 Sep:90(1):6-11.

11 Santos ECO, Câmara VM, Brabo ES, Loureiro ECB, Jesus IM, Faial K, et al. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre índios Pakaanóva, Amazônia, Brasil. Cad Saúde Pública. 2003 fev;19(1):199-206.

12 Santos EO, Sá GC, Jesus IM, Brabo ES, Câmara VM, Lima MO, et al. Mercúrio no rio Negro, Amazonas, Brasil: estudo preliminar de indicadores de exposição no pescado e em populações humanas. Cad Saúde Coletiva. 2005;13(1):225-36.

13 Costa ML, Rego JAR, Brabo ES, Santos OC, Jesus IM, Almeida HDF, et al. O mercúrio em praias cultivadas da bacia do Juruá no estado do Acre. Geochim Bras. 2006;20(2):148-57.

14 Miranda AMM, Jesus IM, Santos ECO, Lima MO, Faial KRF, Moraes MM, et al. Epidemiological and toxicological profile of a community exposed environmentally to mercury in the amazon. Int J Adv Res Sci Eng Technol. 2020 Sep;7(9):400-7.

15 Jesus IM. Comportamento de biomarcadores do metabolismo energético em situação de exposição ao mercúrio na cidade de Manoel Urbano, Estado do Acre, Brasil [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Estudos em Saúde Coletiva; 2018.

16 Sousa ACP. Exposição ao mercúrio em mulheres em idade fértil e sua associação com biomarcadores imunológicos e níveis de vitamina D, na cidade de Manoel Urbano, Estado do Acre [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Estudos em Saúde Coletiva; 2022.

17 Crespo-Lopez ME, Augusto-Oliveira M, Lopes-Araújo A, Santos-Sacramento L, Yuki Takeda P, Macchi BM, et al. Mercury: what can we learn from the Amazon? Environ Int. 2021 Jan;146:106223.

18 Jesus IM, Santos ECO, Brabo ES, Loureiro ECB, Câmara VM, Mascarenhas AFS, et al. Exposure to elemental mercury in urban workers and gold miners from the Tapajós Region, Pará, Brazil. Bull Environ Contam Toxicol. 2001 Sep;67(3):317-23.

19 Castilhos Z, Rodrigues-Filho S, Cesar R, Rodrigues AP, Villas-Bôas R, Jesus I, et al. Human exposure and risk assessment associated with mercury contamination in artisanal gold mining areas in the Brazilian Amazon. Environ Sci Pollut Res Int. 2015 Aug;22(15):11255-64.

20 Faial K, Deus R, Deus S, Neves R, Jesus I, Santos E, et al. Mercury levels assessment in hair of riverside inhabitants of the Tapajós River, Pará State, Amazon, Brazil: fish consumption as a possible route of exposure. J Trace Elem Med Biol. 2015 Apr;30:66-76.

21 Anikeeva O, Hansen A, Varghese B, Borg M, Zhang Y, Xiang J, et al. The impact of increasing temperatures due to climate change on infectious diseases. BMJ. 2024 Oct 4:387:e079343.

22 Wu YS, Osman AI, Hosny M, Elgarahy AM, Eltaweil AS, Rooney DW, et al. The toxicity of mercury and its chemical compounds: molecular mechanisms and environmental and human health implications: a comprehensive review. ACS Omega. 2024 Jan 22;9(5):5100-26.

23 Wu M, Wu X, Saiz-Lopez A, Blanchfield PJ, Ren H, Zhong H. Climate change amplifies neurotoxic methylmercury threat to Asian fish consumers. Natl Acad Sci U S A. 2025 Apr;122(13):e2421921122.

24 Mertens F, Távora R, Santandreu A, Luján A, Arroyo R, Saint-Charles J. Participação e transdisciplinaridade em Ecosaúde: a perspectiva da análise de redes sociais. Saude Soc. 2022;31(3):e190903pt.

25 Zhou X, Zheng J. Building a transdisciplinary science of One Health with a global vision. Glob Health J. 2024 Sep;8(3):99-102.

Recebido em / Received: 15/9/2025
Aceito em / Accepted: 5/11/2025

Editoria Responsável / Managing Editor:

Eliane Brabo de Sousa

Este artigo compõe a Seção Temática "Saúde e Meio Ambiente na Pan-Amazônia: Ciência, Território e Resistência em tempos de crise climática" em alusão à 30º Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 30).

Como citar este artigo / How to cite this article:

Jesus IM, Santos ECO. Seu Nenzinho: Entre rios e comunidades: experiências de pesquisa em saúde ambiental na Amazônia brasileira com ênfase na exposição ao mercúrio. Rev Pan Amaz Saude. 2026;17:e202601843. Doi: https://doi.org/10.5123/S2176-6223202601843