Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Hábitos alimentares e exposição ao mercúrio em gestantes da zona urbana de Santarém, Pará

Dietary habits and mercury exposure in pregnant women in the urban area of Santarém, Pará

Hábitos alimenticios y exposición al mercurio en mujeres embarazadas de la zona urbana de Santarém, Pará

Larissa Luana Silveira Pereira[1], Sabrina do Carmo Vieira Pereira[1], Marina Silva Nicolau Taketomi[2], Raissa Vasconcelos Rego[3], Ana Lucia Pinheiro Cardoso[4], Ana Emília Gomes Macedo[1], Naelka dos Anjos Fernandes Meira[1], Heloisa do Nascimento de Moura Meneses[1].

RESUMO

Objetivo: Identificar e caracterizar os hábitos alimentares de gestantes da zona urbana de Santarém (PA), destacando padrões de consumo associados à exposição ao mercúrio durante a gestação. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional, transversal, descritivo e quantitativo, realizado em 2024, com 65 gestantes, entre 18 e 42 anos, das Unidades Básicas de Saúde (UBS) da zona urbana do município de Santarém, Pará. Um questionário estruturado foi aplicado abordando características sociodemográficas, condições de saúde e hábitos alimentares. Também foram coletadas amostras de sangue venoso e cabelo para determinação do mercúrio total (HgT). A ingestão de metilmercúrio (MeHg) foi estimada com base na frequência e na quantidade de pescado consumido. **Resultados:** As gestantes no primeiro trimestre apresentaram os maiores níveis de HgT, com 43% em alta exposição. A quantidade de peixes carnívoros e a variedade de peixes não carnívoros foram correlacionadas com os níveis de HgT no 2º trimestre. Observou-se correlação positiva entre a ingestão estimada de MeHg e os níveis de HgT em sangue e cabelo. **Conclusão:** Conclui-se que os níveis de HgT superaram o recomendado, sobretudo no primeiro trimestre, período crítico ao desenvolvimento fetal.

Palavras-chave: Gestantes, Mercúrio, Hábitos alimentares.

ABSTRACT

Objective: To identify and characterize the dietary habits of pregnant women living in the urban area of Santarém (PA), highlighting consumption patterns associated with mercury exposure during pregnancy. **Methods:** This is an observational, cross-sectional, descriptive, and quantitative study conducted in 2024 with 65 pregnant women aged 18 to 42 years from Basic Health Units (UBS) in the urban area of Santarém, Pará. A structured questionnaire was applied addressing sociodemographic characteristics, health conditions, and eating habits. Venous blood and hair samples were also collected to determine total mercury (THg). Methylmercury (MeHg) intake was estimated based on the frequency and quantity of fish consumed. **Results:** Pregnant women in the first trimester showed the highest THg levels, with 43% in high exposure. The amount

[1] Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém – PA.
[2] Instituto Esperança de Ensino Superior (IESPES), Santarém – PA.
[3] Universidade Federal do Pará (UFPA), Santarém - PA.
[4] Faculdade Santa Teresa (FST), Santarém – PA.

SUBMETIDO EM: 10/2025 | **ACEITO EM: 11/2025** | **PUBLICADO EM: 12/2025**

of carnivorous fish and the variety of non-carnivorous fish were correlated with THg levels in the second trimester. A positive correlation was observed between estimated MeHg intake and THg levels in blood and hair**. Conclusion:** THg levels exceeded the recommended limits, especially in the first trimester, a critical period for fetal development.

Keywords: Pregnant women, Mercury, Dietary habits.

RESUMEN

Objetivo: Identificar y caracterizar los hábitos alimentarios de mujeres embarazadas de la zona urbana de Santarém (PA), destacando los patrones de consumo asociados a la exposición al mercurio durante la gestación. **Métodos:** Se trata de un estudio observacional, transversal, descriptivo y cuantitativo, realizado en 2024 con 65 gestantes de entre 18 y 42 años, atendidas en las Unidades Básicas de Salud (UBS) de la zona urbana del municipio de Santarém, Pará. Se aplicó un cuestionario estructurado que abordó características sociodemográficas, condiciones de salud y hábitos alimentarios. También se recolectaron muestras de sangre venosa y cabello para la determinación del mercurio total (HgT). La ingesta de metilmercurio (MeHg) se estimó en función de la frecuencia y la cantidad de pescado consumido. **Resultados:** Las gestantes en el primer trimestre presentaron los niveles más altos de HgT, con un 43% en alta exposición. La cantidad de peces carnívoros y la variedad de peces no carnívoros se correlacionaron con los niveles de HgT en el segundo trimestre. Se observó una correlación positiva entre la ingesta estimada de MeHg y los niveles de HgT en sangre y cabello. **Conclusión:** Los niveles de HgT superaron los valores recomendados, especialmente en el primer trimestre, período crítico para el desarrollo fetal.

Palabras clave: Gestantes, Mercurio, Hábitos alimentarios.

INTRODUÇÃO

O mercúrio (Hg) é um elemento químico naturalmente presente na crosta terrestre, na atmosfera, no solo e nos recursos hídricos, distinguindo-se como o único metal que permanece líquido à temperatura ambiente (MICARONI RCdCM, et al., 2000). No ambiente, pode ocorrer em diferentes formas químicas, como elementar (Hg^0), inorgânica (Hg_2^{2+} e Hg^{2+}) e orgânica, incluindo o metilmercúrio (CH_3Hg^+), a forma mais tóxica para saúde humana devido à capacidade de bioacumulação e biomagnificação na teia alimentar (CASTRO NSS, et al., 2016).

No contexto amazônico, a contaminação mercurial é intensa principalmente nas regiões de atividade garimpeira, causando transformações no uso do solo (CRESPO-LÓPEZ ME, et al., 2024). O mercúrio é liberado por processos naturais e atividades humanas, como a queima de biomassa, o garimpo, a combustão e a construção de barragens, que remobilizam o metal no ambiente, representando risco global à saúde, mesmo em baixas concentrações (SANTOS-SACRAMENTO LS, et al., 2021). As comunidades amazônidas possuem dieta baseada no consumo frequente de pescado contaminado; estudos associam a distúrbios neurológicos, renais e cardiovasculares, bem como efeitos deletérios no desenvolvimento infantil (CRESPO-LÓPEZ ME, et al., 2024).

Durante a gestação, o metilmercúrio representa um risco adicional devido à sua capacidade de atravessar tanto a barreira placentária quanto a hematoencefálica, acumulando-se no sistema nervoso central do feto e comprometendo o seu desenvolvimento cerebral (SANTOS-SACRAMENTO LS, et al., 2021). A exposição pré-natal e infantil ao MeHg tem sido associada a déficits cognitivos, atraso motor, perda auditiva e distúrbios de linguagem (PAPADOPOULOU E, et al., 2021; GANAPATHY S, et al., 2022). Assim, gestantes e crianças constituem grupos biologicamente mais vulneráveis aos efeitos tóxicos do mercúrio.

Embora o consumo de pescado seja amplamente reconhecido por seus benefícios nutricionais, incluindo proteínas de alta qualidade, ácidos graxos ômega-3, selênio, iodo e vitamina D (FAO/WHO, 2024), em regiões com contaminação ambiental, o peixe se torna uma importante via de exposição a contaminantes tóxicos. Esse paradoxo é particularmente evidente em Santarém, município localizado no oeste do Pará, na confluência dos rios Tapajós e Amazonas, cuja população depende fortemente da pesca artesanal como fonte de alimento e de renda (IBGE, 2024).

Além da exposição ao mercúrio, outros aspectos da alimentação materna devem ser considerados. O consumo regular de frutas, legumes e verduras (FLV) desempenha papel protetor na gestação, ao fornecer fibras, vitaminas antioxidantes e minerais essenciais, que reduzem o risco de doenças crônicas e de complicações gestacionais (SKREDEN M, et al., 2017). Entretanto, na região Norte, persistem desigualdades socioeconômicas que limitam o acesso a alimentos in natura e agravam a insegurança alimentar e nutricional (BRASIL, 2020).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar e caracterizar os hábitos alimentares de gestantes residentes na zona urbana de Santarém (PA), enfatizando os padrões de consumo que podem contribuir para a variação dos níveis de exposição ao mercúrio ao longo da gestação.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional, transversal, descritivo e quantitativo, realizado em 2024 nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) da zona urbana do município de Santarém, Pará. O município está localizado na mesorregião do Baixo Amazonas, com população estimada em 308.339 habitantes, dos quais 71% residem na área urbana (IBGE, 2021). Foram avaliadas 65 gestantes entre 18 e 42 anos, em acompanhamento pré-natal nas UBS. Os dados foram coletados entre setembro de 2023 e junho de 2024 por meio de questionário estruturado e análise de sangue e cabelo para determinação do mercúrio total (HgT) pelo método DMA-80. A exposição foi classificada em baixa (<3,5 µg/L) e alta (≥3,5 µg/L), conforme a Organização Mundial de Saúde (2008). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFOPA, sob CAAE 68121023.7.0000.0171 e parecer 6.866.757. Analisaram-se variáveis sociodemográficas (idade, trimestre gestacional, raça/cor, escolaridade, renda e zona de residência) e hábitos alimentares, incluindo o consumo de 27 espécies de peixes e de 46 tipos de frutas. A frequência e variedade do consumo de pescado (carnívoros e não carnívoros) e de frutas foram classificadas em categorias semanais. Os níveis de HgT no sangue foram estratificados em quartis: Q1 (≤0,76 µg/L), Q2 (0,77–1,68 µg/L), Q3 (1,69–4,95 µg/L) e Q4 (>4,95 µg/L).

A ingestão de metilmercúrio (MeHg) foi estimada conforme a metodologia proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008) e os dados de concentração de Hg descritos por Basta PC et al. (2023). O risco foi calculado pela razão entre a ingestão diária estimada (µg/kg/dia) e os valores de referência da OMS (0,23 µg/kg/dia) e da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) (0,1 µg/kg/dia). As análises estatísticas foram realizadas nos softwares JASP (v.0.19.2.0) e R (R Core Team, 2024), utilizando medidas descritivas, testes não paramétricos de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis (com pós-teste de Dunn e correção de Bonferroni) e correlação de Spearman, adotando nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Participaram do estudo 65 gestantes entre 18 e 42 anos, predominando a faixa etária de 20 a 34 anos (81,5%). 51,8% das gestantes estavam no terceiro semestre, 28,6% no segundo e 19,6% no primeiro trimestre. A maioria se autodeclarou parda (75,4%), possuía ensino básico (72,3%) e renda familiar de até dois salários-mínimos (53,8%); 19,2% não exerciam atividade remunerada. Quanto à residência, prevaleceram as gestantes da Zona Leste (33,8%), seguidas pelas Zonas Central (26,2%), Norte (23,1%), Sul (12,3%) e Oeste (1,5%). Os níveis médios de Hg variaram entre as zonas, sendo mais elevados na Zona Norte (6,05 ± 6,21 µg/L) e menores na Zona Central (1,49 ± 1,34 µg/L), conforme descrito na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Distribuição do perfil sociodemográfico das gestantes.

Variáveis sociodemográficas	Total		Níveis de HgT (µg/L)				
Faixa etária (n=65)	**N**	**%**	**Média**	**DP**	**Mediana**	**Mín**	**Máx**
18-20 anos	5	7,7	3,71	4,08	1,32	0,15	9,16
20-34 anos	53	81,5	3,05	4,02	1,68	0	24,95
35 ou mais	7	10,8	4,23	3,63	4,95	0	8,56
Trimestre (n=56)							
1° trimestre	11	19,6	6,26	7,03	4,95	0,13	24,95
2° trimestre	16	28,6	3,04	3,40	1,60	0	8,71
3° trimestre	29	51,8	2,46	2,30	1,54	0	8,06
Raça (n=65)							
Branca	8	12,3	1,88	2,07	1,71	0	6,61
Parda	49	75,4	3,60	4,33	1,73	0	24,95
Negra	8	12,3	2,29	2,30	1,39	0,40	6,51
Escolaridade (n= 65)							
Ensino Básico	47	72,3	3,25	4,29	1,68	0	24,95
Ensino Superior	18	27,7	3,16	2,96	1,88	0	10,33
Renda (n=52)							
Até 1 salário-mínimo	5	9,6	1,62	1,75	1,00	0	3,71
Até 2 salários-mínimos	28	53,8	3,49	5,07	1,86	0	24,95
>3 salários-mínimos	9	17,3	4,59	3,50	5,17	0,89	10,33
Sem atividade remunerada	10	19,2	2,58	2,93	1,60	0,07	8,52
Consumo de peixe (n=64)							
Frequente	34	53,1	3,32	2,86	1,95	0,13	8,71
Não frequente	30	46,9	3,23	4,96	1,60	0	24,95
Zona Municipal (65)							
Zona Central	17	26,2	1,49	1,34	1,125	0	4,95
Zona Leste	22	33,8	2,81	2,95	2,36	0	10,33
Zona Norte	15	23,1	6,05	6,21	2,225	0	24,95
Zona Oeste	1	1,5	1,60		1,6	1,6	1,6
Zona Sul	8	12,3	2,89	2,64	2,7	0,13	6,61
NI	2	3,1	3,51	3,89	1,54	0,76	6,26

Fonte: Pereira LLS, et al., 2025.

Em relação ao consumo de pescado, entre as 64 gestantes que responderam, 53,1% relataram consumo frequente (≥1 vez por semana). A distribuição por quartis de mercúrio no sangue mostrou perfis distintos: Q1 (≤0,76 µg/L) 24,6%; Q2 (0,77–1,68 µg/L) 27,7%; Q3 (1,69–4,95 µg/L) 21,5%; e Q4 (>4,95 µg/L) 26,2%. As gestantes dos extremos (Q1 e Q4) apresentaram as maiores médias de idade: 27,8 ± 5,2 e 28,7 ± 6,6 anos, respectivamente (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Distribuição das gestantes segundo quartis de concentração de mercúrio no sangue (µg/L) e variáveis sociodemográficas, obstétricas e alimentares.

Variáveis	Q1 (≤0,76)	Q2 (0,77-1,68)	Q3 (1,69-4,95)	Q4 (>4,95)
N (n, %)	16(24,6)	18(27,7)	14(21,5)	17(26,2)
Idade, média ± DP (anos)	27,8(±5,2)	25,4(±4,7)	24,7(±3,7)	28,7(±6,6)
Consumo freq. de peixe (n, %)	6 (17,6)	11 (32,4)	6 (17,6)	11 (32,4)
Dias da semana (média) - consumo de peixe	2	2	2	3
Consumo de frutas (freq. > 2x na semana)	11 (26,2%)	13 (31%)	7(16,7%)	11 (26,2 %)
1º Trimestre (n, %)	1 (9,1%)	2 (18,2%)	2 (18,2%)	6 (54,5%)
2º Trimestre (n, %)	5 (31,3%)	4 (25%)	3 (18,8%)	4 (25%)
3º Trimestre (n, %)	7 (24,1%)	10 (34,5%)	7 (24,1%)	5 (17,2%)

Fonte: Pereira LLS, et al., 2025.

A frequência de consumo foi semelhante entre os grupos, com destaque para o Q4 (3 dias/semana). Q2 e Q4 concentraram 32,4% das gestantes com consumo frequente de peixe. O consumo de frutas manteve-se estável entre os quartis, sendo maior no Q2 (31%). A distribuição gestacional variou: o Q4 concentrou mais gestantes no primeiro trimestre (54,5%), o Q1 no segundo (31,3%) e o Q2 no terceiro (34,5%), indicando exposição mais elevada no início da gestação (**Tabela 3**).

Tabela 3 - Distribuição dos níveis de mercúrio (µg/L) no sangue das gestantes segundo o período gestacional

		Níveis de HgT (µg/L)						Quartis			
Período Gestacional	N	Média	DP	Mediana	Mínima	Máxima	% acima da referência	Q1	Q2	Q3	Q4
1º Trimestre	11	6,3	7,0	5,0	0,13	24,95	6 (42,33%)	0,1	1,2	2,6	10,2
2º Trimestre	16	3,0	3,4	1,6	0	8,71	5 (26,49%)	0,2	1,3	3	8,4
3º Trimestre	29	2,5	2,3	1,5	0	8,06	8 (31,18%)	0,5	1,3	3,1	6,8
Total Geral	56	3,2	3,9	1,7	0	25,0	100%	0,3	1,3	2,8	3,39

Fonte: Pereira LLS, et al., 2025.

Considerando o total da amostra (N=56), a concentração média de Hg foi de 3,2 µg/L (DP=3,9), mediana de 1,7 µg/L, variando de 0,0 a 24,95 µg/L. Gestantes do primeiro trimestre apresentaram a maior média (6,3 µg/L), e 42,33% estavam expostas ao Hg. Nas gestantes do segundo trimestre, a média foi de 3,0 µg/L (26,49% acima do limite) e, no terceiro, de 2,5 µg/L (31,18% acima da referência).

Em relação ao consumo de peixe, os resultados indicaram uma ampla variedade de espécies consumidas, incluindo peixes carnívoros e não carnívoros, o que reflete a diversidade alimentar amazônica (**Tabela 4**). Entre as gestantes que relataram o consumo de pescado, observou-se variação nos níveis de mercúrio total (HgT) conforme a espécie ingerida. Entre as consumidoras de peixes carnívoros, as médias de HgT foram de 5,90 µg/L para a pescada, 3,06 µg/L para o pirarucu e 4,65 µg/L para o tucunaré, com valores mais elevados observados na traíra (8,52 µg/L) e no filhote (24,95 µg/L). No grupo de espécies não carnívoras, destacaram-se o tambaqui (3,80 µg/L), o pacu (2,89 µg/L) e o acari (3,56 µg/L), enquanto o pirapitinga (6,36 µg/L), a branquinha (7,66 µg/L), o jaraqui (8,31 µg/L) e a sardinha (9,31 µg/L) apresentaram as maiores concentrações médias de HgT.

Tabela 4 - Caracterização do consumo de pescado e concentrações de mercúrio total (HgT, µg/L) entre gestantes, segundo o hábito alimentar informado.

Peixe	Hábito alimentar	Quantidade (g)	N	Média	DP	Mediana	Min	Max
Pescada	Carnívoro	112,5	11	5,90	7,16	2,41	0,19	24,95
Pirarucu	Carnívoro	121,4	16	3,06	2,62	1,78	0	7,23
Tilápia	Não carnívoro	170,0	3	1,39	1,05	1,6	0,25	2,31
Acari	Não carnívoro	137,9	16	3,56	2,84	2,69	0,13	8,71
Aracu	Não carnívoro	163,4	6	4,79	3,63	4,89	0,59	8,71
Tucunaré	Carnívoro	100,0	12	4,65	3,34	4,92	0	10,33
Branquinha	Não carnívoro	83,3	2	7,66	1,48	7,66	6,61	8,71
Surubim	Carnívoro	150,0	9	4,24	3,44	3,24	0	8,71
Piranha	Carnívoro	75,0	2	7,66	1,48	7,66	6,61	8,71
Caratinga	Não carnívoro	150,0	2	5,33	4,79	5,33	1,94	8,71
Charuto	Não carnívoro	167,9	8	3,32	2,81	1,88	0,89	8,56
Pirapitinga	Não carnívoro	116,7	4	6,36	2,70	6,74	3,24	8,71
Matrinchã	Não carnívoro	110,0	5	7,79	10,06	3,26	0,89	24,95
Pacu	Não carnívoro	177,5	13	2,89	2,52	2,14	0,15	8,56
Tambaqui	Não carnívoro	145,8	37	3,80	4,67	1,68	0	24,95
Traíra	Carnívoro	137,5	1	8,52	-	8,52	8,52	8,52
Curimatã	Não carnívoro	100,0	10	5,93	7,57	4,88	0	24,95
Sardinha	Não carnívoro	75,0	4	9,31	11,02	6,14	0	24,95
Mapará	Não carnívoro	190,9	7	3,59	2,98	2,14	1,05	8,71
Atum	Carnívoro	50,0	1	0	-	0	0	0
Dourada	Carnívoro	100,0	2	2,28	1,36	2,28	1,32	3,24
Jaraqui	Não carnívoro	155,0	6	8,31	8,64	6,56	1,11	24,95
Filhote	Carnívoro	175,0	1	24,95	-	24,95	24,95	24,95
Apapá	Carnívoro	50,0	1	8,71	-	8,71	8,71	8,71

Fonte: Pereira LLS, et al., 2025.

Em relação às frutas, o consumo entre as gestantes da zona urbana de Santarém-PA foi diversificado e regular, incluindo espécies nacionais e regionais. A banana foi a mais citada (n=60; 3,31 µg/L), seguida da laranja (n=51; 3,36 µg/L) e do açaí, que apresentaram as menores médias de HgT.

Tabela 5 - Caracterização do consumo de frutas e concentrações de mercúrio total (HgT, µg/L) entre gestantes, segundo o hábito alimentar informado.

Consumo de Frutas nos últimos 3 meses	N	Níveis de HgT (µg/L)				
		Média	DP	Mediana	Mín	Máx
Banana	60	3,31	4,05	1,70	0	24,95
Laranja	51	3,36	4,28	1,60	0	24,95
Maçã	48	3,52	4,31	1,77	0	24,95
Açaí	47	3,30	4,29	1,68	0	24,95
Abacate	43	3,77	4,46	2,14	0	24,95
Acerola	42	3,47	4,46	1,86	0	24,95
Melancia	42	3,77	4,48	1,94	0	24,95
Cupuaçú	35	3,42	4,65	1,60	0	24,95
Maracujá	35	3,80	4,68	1,91	0	24,95
Manga	34	3,39	4,74	1,57	0	24,95
Goiaba	33	3,61	4,59	1,95	0	24,95
Mamão	33	3,75	4,76	2,14	0	24,95
Limão	31	3,75	5,05	1,60	0	24,95
Uva	31	3,88	4,91	1,91	0	24,95
Abacaxi	29	3,40	3,05	1,91	0,15	10,33

Fonte: Pereira LLS, et al., 2025.

As análises de correlação de Spearman foram realizadas para investigar as associações entre os níveis de mercúrio total (HgT) no sangue e no cabelo das gestantes e as variáveis relacionadas ao consumo de pescado ao longo dos trimestres gestacionais. No primeiro trimestre, não foram observadas correlações estatisticamente significativas ($p > 0,05$). No segundo trimestre, verificaram-se correlações positivas entre o HgT sanguíneo e a quantidade de peixes carnívoros consumidos ($\rho = 0,579$; $p = 0,019$) e a variedade de espécies não carnívoras ($\rho = 0,546$; $p = 0,029$), além de tendência positiva com a frequência e a diversidade de consumo. No terceiro trimestre, as correlações foram fracas e negativas, sugerindo uma redução no consumo de peixes carnívoros nas fases finais da gestação.

As correlações entre os níveis de HgT no cabelo e no sangue foram positivas em todos os trimestres, sendo mais fortes no segundo ($\rho = 0,558$; $p = 0,059$). No primeiro trimestre, a associação mais evidente foi com o consumo de peixes carnívoros ($\rho = 0,597$; $p = 0,068$); no segundo, com a frequência ($\rho = 0,683$; $p = 0,014$) e a variedade de espécies não carnívoras ($\rho = 0,827$; $p < 0,001$); e, no terceiro, com a variedade de espécies carnívoras ($\rho = 0,476$; $p = 0,040$). Os níveis de HgT no cabelo apresentaram-se mais elevados no primeiro trimestre (4,65 µg/g), reduzindo-se nos períodos subsequentes, em padrão semelhante ao observado para o HgT sanguíneo.

A ingestão média estimada de metilmercúrio (MeHg) foi de 0,07 µg/kg/dia (**Tabela 6**), variando de 0 a 2,07 µg/kg/dia, dentro dos limites de referência estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A maior ingestão ocorreu no primeiro trimestre gestacional (0,11 µg/kg/dia) e a menor no terceiro (0,06 µg/kg/dia). De modo geral, não foi identificado risco significativo para as gestantes, exceto no primeiro trimestre. No cenário baseado no hábito alimentar, o consumo de peixes carnívoros — especialmente nos dois primeiros trimestres — ultrapassou em até duas vezes a dose de referência recomendada pela *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA), enquanto o consumo de espécies não carnívoras não representou risco. O consumo máximo considerado seguro variou entre 172–183 g/dia, segundo a OMS, e 65–80 g/dia, de acordo com a U.S. EPA. Observou-se ainda correlação positiva entre a ingestão estimada de MeHg e os níveis de mercúrio total (HgT) no sangue ($\rho = 0,260$; $p = 0,049$) e no cabelo ($\rho = 0,393$; $p = 0,008$).

Tabela 6 - Estimativa de risco associada ao consumo de pescado entre gestantes residentes na zona urbana de Santarém (PA), segundo cenários de referência da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA).

		Razão de risco							
		Cenário I (OMS)				Cenário II (US/EPA)			
Grupo	IM (ug/Kg/dia)	Peixes em geral	Peixes carnívoros	Peixes não carnívoros	CMS (g)	Peixes em geral	Peixes carnívoros	Peixes não carnívoros	CMS (g)
Gestantes (52)	0,07	0,31	0,62	0,04	174	0,71	1,42	0,10	76
1 Trimestre (n=10)	0,11	0,46	0,97	0,07	149	1,05	2,23	0,16	65
2 Trimestre (n=13)	0,07	0,31	0,77	0,04	172	0,72	1,78	0,10	75
3 Trimestre (n=29)	0,06	0,26	0,43	0,03	183	0,59	0,99	0,08	80

Legenda: *OMS: Organização Mundial da Saúde, US/EPA: Agência de proteção ambiental do Estados Unidos, IM: Ingestão estimada de Metilmercúrio para peixes carnívoros e não carnívoros e CMS: Consumo Máximo seguro.
Fonte: Pereira LLS, et al., 2025.

DISCUSSÃO

De modo geral, os resultados indicam que as gestantes de maior idade se concentraram nos extremos de exposição (Q1 e Q4), sendo os níveis mais elevados de mercúrio (Q4) associados a maior ingestão de pescado e à predominância no primeiro trimestre gestacional — período crítico do desenvolvimento fetal. Essa fase é marcada por intensa organogênese e pela formação do sistema nervoso central, tornando o feto especialmente vulnerável à exposição ao metilmercúrio, que possui alta afinidade por tecidos lipídicos e capacidade de atravessar a barreira placentária e a hematoencefálica.

A redução progressiva das concentrações de Hg observada ao longo da gestação pode refletir mudanças comportamentais e fisiológicas. Do ponto de vista comportamental, gestantes tendem a modificar o padrão alimentar após o diagnóstico de gravidez, reduzindo a frequência e a diversidade do consumo de peixes carnívoros — principais fontes de metilmercúrio. Sob o aspecto fisiológico, a expansão do volume plasmático e a hemodiluição características da gestação podem contribuir para a diminuição aparente das concentrações sanguíneas do metal, enquanto parte do mercúrio pode ser redistribuída para tecidos maternos ou transferida ao feto.

O Q4 concentrou gestantes de maior idade e com maior frequência de consumo de pescado, sobretudo no primeiro trimestre, período em que a exposição ao metilmercúrio pode afetar o desenvolvimento fetal (MARCHESE MJ, et al., 2024; GOWRI P, 2025). Já os quartis intermediários (Q2 e Q3) apresentaram consumo médio de pescado de aproximadamente três vezes por semana, sugerindo um padrão de exposição crônica associado à baixa diversidade alimentar — reflexo das vulnerabilidades socioeconômicas e da degradação ambiental observadas na Amazônia (SILVA E, et al., 2025; PÉREZ DEL e MESA GAP, 2011). Apesar dos riscos potenciais, o pescado permanece como alimento central na dieta amazônica e representa importante fonte de proteínas, ácidos graxos essenciais e micronutrientes fundamentais ao desenvolvimento fetal (MESCHEDE MSC, et al., 2024; GIMENES TC, et al., 2021).

Os resultados mostraram ampla diversidade de espécies na dieta das gestantes, confirmando a importância cultural e nutricional do pescado na Amazônia (MARQUES RC, et al., 2013; RABITTO IdS, et al., 2011). As espécies carnívoras mais consumidas foram pescada, pirarucu, tucunaré e surubim, com concentrações de Hg entre 2,28 e 8,71 µg/L e máximas de 24,95 µg/L, padrão compatível com a bioacumulação em níveis tróficos superiores (NEVADO JJB, et al., 2010; FAIAL K, et al., 2015). Entretanto, gestantes que consumiram espécies não carnívoras, como curimatã, jaraqui e sardinha, também apresentaram altos níveis de Hg, sugerindo contaminação ambiental difusa (SOARES JM, et al., 2018).

O tambaqui foi o peixe mais frequente na dieta (3,80 µg/L), seguido do pacu e da tilápia, com menores concentrações e menor risco de exposição (OLIVEIRA RB, et al., 2022; WHO, 2008). Assim, o consumo de pescado não deve ser desestimulado, mas sim orientado conforme o risco e o valor nutricional. A segurança alimentar na Amazônia depende diretamente da qualidade dos ecossistemas aquáticos, afetados por atividades garimpeiras e desmatamento (CRESPO-LÓPEZ ME, et al., 2021; DOMINGUES CE, et al., 2024).

As correlações entre Hg sanguíneo e consumo de peixe foram fracas no primeiro trimestre, significativas no segundo ($\rho = 0,579$; $p = 0,019$ para carnívoros; $\rho = 0,546$; $p = 0,029$ para não carnívoros) e menores no terceiro, sugerindo influência da redução voluntária do consumo e da transferência placentária (LI P, et al., 2024). Os níveis de HgT no cabelo apresentaram forte correlação com os níveis de HgT no sangue, confirmando seu uso como biomarcador de exposição crônica (CARDOSO FC, et al., 2022).

O primeiro trimestre destacou-se como o período mais crítico para o risco fetal, especialmente diante do consumo de espécies carnívoras. Embora o consumo médio de peixe esteja dentro dos limites seguros da OMS (172–183 g/dia), a exposição ao MeHg ainda representa uma preocupação materno-fetal (CHEN B e DONG S, 2022). Assim, recomenda-se orientação alimentar baseada em risco, priorizando espécies de baixo teor de Hg e educação nutricional no pré-natal.

CONCLUSÃO

A avaliação dos níveis de HgT no sangue e no cabelo revelou alta prevalência de exposição entre gestantes da zona urbana de Santarém-PA, com maiores níveis de HgT no 1º trimestre. O consumo regular de pescado influenciou diretamente essa exposição, e a estimativa de risco indicou perigo à saúde, especialmente quando a dieta inclui espécies carnívoras, embora espécies não carnívoras também possam representar risco.

Esses achados reforçam a importância do monitoramento do consumo de pescado durante a gestação, especialmente nas regiões amazônicas, onde o peixe representa uma fonte central de proteína e micronutrientes, mas também um potencial vetor de exposição ao mercúrio. Estratégias de orientação alimentar voltadas à escolha de espécies com menor teor de Hg e à manutenção de uma dieta equilibrada são essenciais para minimizar riscos sem comprometer os benefícios nutricionais do pescado. Também é essencial fortalecer a vigilância ambiental e sanitária e implementar políticas públicas que reduzam a contaminação dos ecossistemas aquáticos e garantam alimentação saudável e segura às mulheres e crianças amazônicas.

REFERÊNCIAS

1. BASTA PC, et al. Risk Assessment of Mercury-Contaminated Fish Consumption in the Brazilian Amazon: An Ecological Study. Toxics, 2023; 11, 800.
2. BRASIL. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020
3. CARDOSO FC, et al. Consumo de peixes e exposição pré-natal ao mercúrio na região do Xingu-PA. Revista Eletrôn. 2022;15(9):e11101.
4. CASTRO NSS, et al. Mercury in fish and sediment of Purus River, Acre State, Amazon. *Cadernos Saúde Coletiva*, 2016; 24(3): 294–300.
5. CHEN B, DONG S. Mercury Contamination in Fish and Its Effects on the Health of Pregnant Women and Their Fetuses, and Guidance for Fish Consumption-A Narrative Review. Int J Environ Res Public Health, 2022; 23:15929.
6. CRESPO-LOPEZ ME, et al. Environmental pollution challenges public health surveillance: the case of mercury exposure and intoxication in Brazil. The Lancet Regional Health - Americas, 2024; 39:100880.
7. CRESPO-LÓPEZ ME, et al. Human exposure to mercury in the Amazon: a review of the scientific evidence on the health effects. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 2021; 62, 126632.

8. DOMINGUES CE, et al. Methylmercury exposure and health effects in Amazonian populations: a comprehensive review. Environmental Research, 2024; 247: 119244.
9. EPA. Environmental Protection Agency. Mercury Study Report to Congress, Executive Summary, Vol. 1, Office of Air Quality Control Planning and Standards and Office of Research and Development, Washington DC, 1997.
10. FAIAL K, et al. Mercury levels assessment in fish and human hair from the Tapajós River basin, Pará State, Amazon, Brazil: fish consumption risk. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 2015; 30: 107-115.
11. FAO/WHO. Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption: Meeting report, Rome, 9–13 October 2023. Food Safety and Quality Series, Rome: 2024, 28.
12. Ganapathy S, et al. Transport and Toxicity of Methylmercury-Cysteine in Cultured. BeWo Cells. Int. J. Mol. Sci. 2022, 23, 394.
13. GIMENES TC, et al. Metilmercúrio em peixes da região amazônica - uma revisão focada em hábitos alimentares. *Água Ar Solo Poluente*, 2021; 232:199.
14. GOWRI P. Intrusion of mercury and micro plastics in the aquatic food chain: its effects on fish consumption risks, realities, and policy implications. *International Journal of Latest Technology in Engineering Management & Applied Science*, 2025; 14(8): 1126-1128.
15. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos e Projeções Populacionais do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
16. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População Residente no Brasil. 2024.
17. LI P. Risk assessments and exposure pathways of inorganic mercury and methylmercury to populations from mercury mining regions in China. 2013.
18. MARCHESE MJ, et al. Diet choices determine mercury exposure risks for people living in gold mining regions of Peru. Environmental Research: Health, 2024; 2(3):035001.
19. MARQUES RC, et al. Consumo de peixe durante a gravidez, transferência de mercúrio e peso ao nascer ao longo da Bacia do Rio Madeira na Amazônia. *Int J Environ Res Saúde Públ*, 2013; 10(6): 2150-2163.
20. MESCHEDE MSC, et al. Exposição humana a elementos por meio do consumo de peixe cru e cozido em uma região urbana do bioma amazônico central brasileiro: riscos à saúde. *Poluição Ambiental*, 2024; 347:123728.
21. MICARONI RCdCM, et al. Compostos de mercúrio: revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. *Química Nova*, 2000; 23: 487-495.
22. NEVADO JJB, et al. Mercury in the Tapajós River basin, Brazilian Amazon: a review. *Environmental International*, 2010; 36(6): 593–608.
23. OLIVEIRA RB, et al. Fish consumption habits of pregnant women in Itaituba, Tapajós River basin, Brazil: risks of mercury contamination as assessed by measuring total mercury in highly consumed piscivore fish species and in hair of pregnant women. Arh Hig Rada Toksikol, 2022; 73:131-142.
24. Papadopoulou E, et al. Maternal seafood intake during pregnancy, prenatal mercury exposure and child body mass index trajectories up to 8 years. Int J Epidemiol. 2021; 30:1134-1146.
25. PEREZ DEL, MESA GAP. Trascendencia del metilmercurio en el ambiente, la alimentación y la salud humana. 2011; 6(2): 108-116
26. RABITTO IdS. Mercury and DDT exposure risk to fish-eating human populations in Amazon. *Environ Int*, 2011; 37(1): 56-65.
27. SANTOS-SACRAMENTO LS, et al. Human neurotoxicity of mercury in the Amazon: a scoping review with insights and critical considerations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021; 208:111686.
28. SILVA E, et al. Impactos ambientais causados pela contaminação de mercúrio e a relação com os problemas de saúde na população ribeirinha da Amazônia: uma revisão integrativa. Desarrollo Local Sostenible, 2025; 18(68): e5551.
29. SKREDEN M, et al. Changes in fruit and vegetable consumption habits from pre-pregnancy to early pregnancy among Norwegian women. BMC Pregnancy and Childbirth, 2017; 17:107.
30. SOARES JM, et al. Mercury in fish from the Madeira River and health risk to Amazonian and riverine populations. Food Research International, 2018; 537-543.
31. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva: WHO/IPCS, 2008.