Revista Eletrônica ACERVO CIENTÍFICO
ISSN 2595-7899

Associação entre as espécies de *Plasmodium* e as características sociodemográficas e ocupacionais no estado do Pará, 2020 – 2024

Association between *Plasmodium* species and sociodemographic and occupational characteristics in the state of Pará, 2020 – 2024

Asociación entre las especies de *Plasmodium* y las características sociodemográficas y ocupacionales en el estado de Pará, 2020 – 2024

Tayane Moura Martins[1], Keith Pereira Herculano da Silva[2], Mayla Cristina dos Santos Figueiredo[2], Ygor Gabriel Martins Dubois[2], Rosane do Socorro Pompeu de Loiola[3], Maria da Conceição Nascimento Pinheiro[1], Tereza Cristina de Oliveira Corvelo[1].

RESUMO

Objetivo: Avaliar a associação entre características sociodemográficas e ocupacionais e a ocorrência de malária segundo espécie parasitária no estado do Pará, período de 2020 a 2024. **Métodos:** Estudo epidemiológico observacional, analítico, quantitativo, de dados extraídos do SIVEP-Malária. Foram analisados o ano de notificação, faixa etária, sexo, raça/cor, nível de escolaridade, ocupação e tipo de malária. As associações foram realizadas por meio do teste qui-quadrado e regressão de Poisson. **Resultados:** Foram analisados 119.999 casos positivos de malária, dos quais 86,2% corresponderam a *vivax*, 12,4% *falciparum*, 1,2% malária mista e 0,1% malária não falciparum. Houve maior probabilidade da malária *falciparum* em idosos (RR=1,77). Em indivíduos indígenas a malaria mista (RR=1,38) obteve maior probabilidade. Entre os fatores ocupacionais, destacaram-se a garimpagem (RR=3,07), exploração vegetal (RR=3,05) e mineração (RR=2,22), enquanto as infecções mistas apresentaram forte associação com a atividade garimpeira (RR=4,66). **Conclusão:** Os diferentes tipos de malária apresentaram distribuição heterogênea no Pará, estando associados a idade, raça/cor indígena e, principalmente, às atividades de garimpagem, exploração vegetal e mineração, mostrando a necessidade de estratégias de controle direcionadas aos grupos vulneráveis.

Palavras-chave: Malária, *Plasmodium*, Epidemiologia, Fatores de risco, Amazônia.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the association between sociodemographic and occupational characteristics and the occurrence of malaria according to parasite species in the state of Pará, from 2020 to 2024. **Methods:** Observational, analytical, quantitative epidemiological study of data extracted from SIVEP-Malaria. The following were analyzed: year of notification, age group, sex, race/color, education level, occupation, and type of malaria. Associations were performed using the chi-square test and Poisson regression. **Results:** 119,999 positive cases of malaria were analyzed, of which 86.2% corresponded to vivax, 12.4% falciparum, 1.2% mixed

[1] Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém – PA.
[2] Universidade do Estado do Pará (UEPA), Altamira – PA.
[3] Secretaria Estadual de Saúde Pública do Estado do Pará (SESPA), Belém – PA.

SUBMETIDO EM: 8/2026 | **ACEITO EM: 8/2026** | **PUBLICADO EM: 9/2026**

malaria, and 0.1% non-falciparum malaria. Falciparum malaria was more likely in the elderly (RR=1.77). In indigenous individuals, mixed malaria (RR=1.38) had a higher probability. Among occupational factors, artisanal mining (RR=3.07), logging (RR=3.05), and mining (RR=2.22) stood out, while mixed infections showed a strong association with artisanal mining activity (RR=4.66). **Conclusion:** The different types of malaria showed a heterogeneous distribution in Pará, being associated with age, race/indigenous color, and, mainly, with artisanal mining, logging, and mining activities, showing the need for control strategies directed at vulnerable groups.

Keywords: Malaria, *Plasmodium*, Epidemiology, Risk factors, Brazilian Amazon.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la asociación entre características sociodemográficas y ocupacionales y la ocurrencia de malaria según especies de parásitos en el estado de Pará, de 2020 a 2024. **Métodos:** Estudio epidemiológico observacional, analítico y cuantitativo de datos extraídos de SIVEP-Malaria. Se analizaron los siguientes: año de notificación, grupo de edad, sexo, raza/color, nivel educativo, ocupación y tipo de malaria. Las asociaciones se realizaron utilizando la prueba de chi-cuadrado y regresión de Poisson. **Resultados:** Se analizaron 119,999 casos positivos de malaria, de los cuales 86.2% correspondieron a vivax, 12.4% falciparum, 1.2% malaria mixta y 0.1% malaria no falciparum. La malaria falciparum fue más probable en los ancianos (RR=1.77). En individuos indígenas, la malaria mixta (RR=1.38) tuvo una mayor probabilidad. Entre los factores ocupacionales, destacaron la minería artesanal (RR=3,07), la tala de árboles (RR=3,05) y la minería (RR=2,22), mientras que las infecciones mixtas mostraron una fuerte asociación con la actividad minera artesanal (RR=4,66). **Conclusión:** Los diferentes tipos de malaria mostraron una distribución heterogénea en Pará, asociándose con la edad, la raza/color indígena y, principalmente, con la minería artesanal, la tala de árboles y la minería, lo que evidencia la necesidad de estrategias de control dirigidas a los grupos vulnerables.

Palabras clave: Malaria, *Plasmodium*, Epidemiología, Factores de riesgo, Amazonia Brasileña.

INTRODUÇÃO

A malária é uma doença febril, causada por protozoários do filo *Apicomplexa*, família *Plasmodiidae* e gênero *Plasmodium*, e as espécies associadas a malária humana são *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* e *P. malariae (*BRASIL, 2024). Todavia, algumas espécies infectam primatas não humanos com perfil de transmissão zoonótica causada pelo *P. knowlesi*, *P. simium*, *P. inui* e *P. cynomolgy (*AMARAL PST, et al., 2024). A doença é transmitida pela picada de vetores fêmeas do gênero *Anopheles* infectadas que inoculam o parasito na corrente sanguínea (WHO, 2025).

Também denominada de maleita, impaludismo, paludismo e febre terçã ou quartã, constitui um importante problema de saúde pública global, afetando aspectos socioeconômicos, os sistemas de saúde e a qualidade de vida (GONÇALVES NV, et al., 2023). Embora seja uma doença passível de tratamento e cura, a malária permanece como um grave e relevante problema de saúde pública globalmente, especialmente em regiões tropicais, onde condições ambientais favorecem a proliferação do vetor e a transmissão da doença (OLIVEIRA-NETO FM, *et al.,* 2025; BRASIL, 2024; WHO, 2025).

A magnitude dessa doença é evidenciada pelos indicadores epidemiológicos globais que mostram elevada ocorrência da malária em diferentes continentes e populações vulneráveis. Em 2024, foram registrados 263 milhões de casos em 83 países, com aumento de 11 milhões de casos desde 2022, além disso, foram contabilizadas 597 mil mortes pela doença principalmente em países da África (WHO, 2025).

No Brasil, em 2025 foram registrados 120.831 casos de malaria, e entre as espécies que infectam humanos, o *Plasmodium vivax* e *Plasmodium falciparum* apresentam maior relevância epidemiológica (BRASIL, 2026; WHO, 2023). Contudo, o *P. vivax* é responsável pela maioria dos casos, e *P. falciparum* está associado a formas mais graves da doença e maior risco de complicações, representando um importante desafio para os serviços de saúde (BRASIL, 2026; FERREIRA MU, et al., 2022).

A região amazônica brasileira é considerada área endêmica para malária, registrando mais de 99% dos casos autóctones. As regiões que compreende os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão são os mais afetados. Nas áreas fora da região amazônica mais de 90% dos casos registrados são importados dos estados pertencentes à área endêmica e outros países amazônicos ou do continente africano (FERREIRA MU, et al. 2022; BRASIL, 2026).

Nesse cenário, o estado do Pará apresenta elevado número de casos de malária devido à sua extensa área territorial, ampla cobertura florestal e intensa atividade econômica, o que contribui para a transmissão da patologia (GARCIA CGR, et al., 2025). Estudos enfatizam que dinâmica de transmissão da malária no Pará é influenciada por múltiplos fatores, incluindo condições ambientais, sociais e ocupacionais (BRASIL, 2026; AMARAL PST, 2024).

A presença de áreas de floresta, corpos d'água e alterações ambientais decorrentes do desmatamento favorecem a proliferação do vetor, enquanto atividades como garimpagem, mineração e exploração vegetal, e grandes empreendimentos aumentam a exposição humana ao risco de infecção (ATUSINGWIZE E, DEANE K, MUSOKE D, 2025). Além disso, fatores sociodemográficos, como idade, sexo, raça/cor e nível de escolaridade, desempenham papel relevante na determinação da vulnerabilidade da doença (GONÇALVES NV, et al., 2023; UENO TMRL, et al., 2021; BRASIL, 2024; BRASIL, 2022).

No entanto, apesar dos avanços no conhecimento sobre a epidemiologia da malaria, ainda são limitados os estudos que avaliam de forma integrada a associação entre características sociodemográficas, ocupacionais e a ocorrência da doença segundo espécie parasitária, principalmente em regiões com elevada incidência como ocorre no estado do Pará.

Nesse sentido, compreender como os fatores sociais e ocupacionais afetam a dinâmica da malaria é de extrema relevância para contribuir na reformulação de estratégias de vigilância e controle vetorial, de forma mais eficaz contribuindo na redução da morbimortalidade. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a associação entre características sociodemográficas e ocupacionais e a ocorrência de malária por espécie parasitária no estado do Pará no período de 2020 a 2024.

MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo epidemiológico observacional, analítico, de abordagem quantitativa, baseado em dados secundários provenientes do Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-Malária).

Foram incluídos na análise, todos os casos positivos de malária notificados nos municípios do estado do Pará, no período de 2020 a 2024. A categoria classificada pelo sistema SIVEP como "Ignorado" foi realizada análise descritiva, e no teste de associação, a mesma foi excluída, apresentadas na **Tabela 1**. Os registros com informações em branco foram excluídos da análise.

As variáveis consideradas neste estudo foram: ano de notificação, faixa etária, sexo, raça/cor, nível de escolaridade, ocupação e tipo de malária. As variáveis dependentes consistiram na infecção por malária e nos seus respectivos tipos (*vivax*, *falciparum*, mista e não falciparum) tendo as variáveis sociodemográficas como preditores independentes.

As frequências relativas dos tipos de malária foram calculadas utilizando como denominador o total de casos positivos em cada categoria analisada. Para avaliar a associação entre as variáveis categóricas, utilizou-se o teste qui-quadrado, complementado pela análise dos resíduos ajustados com o objetivo de identificar diferenças específicas entre as categorias analisadas.

Para análise dos fatores associados às espécies parasitárias foram construídos três modelos independentes de regressão de Poisson com variância robusta, tendo como variáveis dependentes a ocorrência de malária *falciparum*, *vivax* e mista (*P. vivax* + *P. falciparum*), analisadas separadamente. As variáveis independentes incluídas nos modelos foram faixa etária, sexo, raça/cor, nível de escolaridade e ocupação. Foram inseridas na análise multivariada as variáveis que apresentaram valor de $p<0,20$ na análise

bivariada. As categorias de referência adotadas em cada modelo correspondem àquelas apresentadas com RR=1,00 na **Tabela 2**. Segundo Monson (1990), os valores de RR inferiores a 1,5 indicam associação fraca, entre 1,5 e 3,0 associação moderada e superiores a 3,0 associação forte. A medida de associação utilizada foi o Risco Relativo (RR) e respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%).

A análise de regressão foi realizada por meio da abordagem de casos completos (*complete-case analysis*), incluindo apenas os indivíduos com dados preenchidos para todas as variáveis analisadas. Adotou-se nível de significância de 5% (p<0,05) nas análises estatísticas, as quais foram realizadas utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 27.0.

Em relação aos aspectos éticos, este estudo utilizou dados secundários provenientes do Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-Malária), disponibilizados pelo Ministério da Saúde para fins de pesquisa. Os dados analisados não continham informações que permitissem a identificação direta ou indireta dos indivíduos.

Por se tratar de pesquisa baseada exclusivamente em banco de dados secundários, sem interação com participantes e sem acesso a informações identificáveis, foram observados os princípios éticos de confidencialidade, privacidade e uso responsável das informações. De acordo com a Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, pesquisas que utilizam informações de acesso público ou bancos de dados cujas informações estejam agregadas e sem possibilidade de identificação individual não necessitam de registro e nem de avaliação pelo sistema CEP/CONEP (BRASIL, 2016). Além disso, o estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos que norteiam a pesquisa científica envolvendo seres humanos, conforme preconizado pela Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012).

RESULTADOS

Foram registrados 138.659 casos de malária, destes, 119.999 (86,5%) foram casos positivos, dos quais, 103.485 (86,2%) foram por malária vivax, 1.429 (1,2%) malária mista, 14.910 (12,4%) malária falciparum e 169 (0,1%) não falciparum.

Houve associação significativa entre as espécies parasitárias em quase todas as variáveis sociodemográficas e ocupacionais avaliadas (**Tabela 1**). Observou-se maior frequência de casos positivos entre indivíduos de 40 a 59 anos e menores de 20 anos, do sexo masculino, pertencentes às raças preta e indígena, com escolaridade até o ensino fundamental completo e com ocupação laboral em atividades relacionadas ao turismo, garimpagem, exploração vegetal e mineração (p<0,001).

Os casos por malária vivax concentraram-se predominantemente na população infanto-juvenil (0 a 19 anos), mulheres, indivíduos indígenas e com atividades relacionadas à agricultura, doméstica, exploração vegetal, mineração, viajante e ignorado/branco (p<0,001).

A malária mista (*P. falciparum* + *P. vivax*) apresentaram maior frequência nas faixas etárias de 20 a 39 anos e de 40 a 59 anos, do sexo masculino, das raças branca e preta, com ensino fundamental completo e médio incompleto, exercendo ocupações na atividade garimpeira (p<0,001).

A malária *falciparum* obteve maior frequência entre indivíduos com o avançar da idade a partir dos 20 anos de idade, do sexo masculino, raça branca e preta, com ocupações relacionadas a atividades de garimpagem e exploração vegetal (p<0,001).

Os registros classificados como malária não *falciparum* concentraram-se principalmente entre crianças e adolescentes, do sexo feminino, pardos, exercendo a exploração vegetal e de outras ocupações (p<0,001).

Tabela 1 - Associação dos tipos de Malária com as variáveis sociodemográficas e ocupacionais, Pará, Brasil, 2020 – 2024.

Variáveis	Casos positivos	p**	Malária vivax	p**	Malária Mista (f+v)	p**	Malária falciparum		Malária não falciparum	p**
	n (%)		n (%)***		n (%)***		n (%)***		n (%)***	
Total	**119.999 (86,5)**		**103.485 (86,2)**	**-**	**1.429 (1,2)**	**-**	**14.910 (12,4)**		**175 (0,1)**	**-**
Faixa etária (anos)		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
0 - 19	46.459 (88,9)*		41.496 (89,3)*		349 (0,8)		4.513 (9,7)		102 (0,2)*	
20 - 39	47.693 (83,3)		40.896 (85,7)		697 (1,5)*		6.059 (12,7)*		38 (0,1)	
40 - 59	21.698 (89,6)*		17.795 (82,0)		338 (1,6)*		3.537 (16,3)*		29 (0,1)	
≥ 60	4.149 (84,7)		3.298 (79,5)		45 (1,1)		801 (19,3)*		6 (0,1)	
Sexo		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		0,012
Masculino	78.161 (93,3)*		66.862 (85,5)		1.065 (1,4)*		10.137 (13,0)*		98 (0,1)	
Feminino	41.838 (76,2)		36.623 (87,5)*		364 (0,9)		4.773 (11,4)		77 (0,2)*	
Ignorado	0 (0,0)		0 (0,0)		0 (0,0)		0 (0,0)		0 (0,0)	
Raça/cor		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
Branca	9.537 (84,4)		8.122 (85,2)		151 (1,6)*		1.263 (13,2)*		0 (0,0)	
Preta	11.111 (89,5)*		8.971 (80,7)		190 (1,7)*		1.950 (17,6)*		0 (0,0)	
Amarela	567 (84,6)		492 (86,8)		7 (1,2)		68 (12,0)		0 (0,0)	
Parda	73.075 (86,2)		63.091 (86,3)		834 (1,1)		8.978 (12,3)		175 (0,2)*	
Indígena	25.674 (87,2)*		22.780 (88,7)*		247 (1,0)		2.645 (10,3)		0 (0,0)	
Ignorado	35 (29,7)		29 (82,9)		0 (0,0)		6 (17,1)		0 (0,0)	
Nível de escolaridade		<0,001		0,327		<0,001		0,948		<0,001
Analfabeto	6.288 (88,7)*		5.410 (86,0)		54 (0,9)		813 (12,9)		11 (0,2)	
Ensino fundamental incompleto	53.160 (88,0)*		45.529 (85,6)		599 (1,1)		6.958 (13,1)		75 (0,1)	
Ensino fundamental completo	20.465 (88,8)*		17.472 (85,4)		312 (1,5)*		2.646 (12,9)		35 (0,2)	
Ensino médio incompleto	11.290 (84,4)		9.616 (85,2)		201 (1,8)*		1.469 (13,0)		4 (0,0)	
Ensino médio completo	10.846 (79,7)		9.276 (85,5)		147 (1,4)		1.420 (13,1)		3 (0,0)	
Ensino superior incompleto	925 (79,8)		810 (87,6)		3 (0,3)		111 (12,0)		1 (0,1)	
Ensino superior completo	1.260 (76,5)		1.087 (86,3)		12 (1,0)		157 (12,5)		4 (0,3)*	
Ignorado	15.765 (85,8)		14.285 (90,6)		101 (0,6)		1.336 (8,5)		42 (0,3)	
Ocupação				<0,001		<0,001		<0,001		<0,001
Agricultura	13.415 (88,2)	<0,001	286 (91,7)*		69 (0,5)		755 (5,6)		2 (0,0)	
Pecuária	312 (84,1)		7.747 (86,1)		3 (1,0)		23 (7,4)		0 (0,0)	
Doméstica	8.993 (72,3)		383 (92,3)*		81 (0,9)		1.155 (12,8)		9 (0,1)	
Turismo	415 (92,6)*		32.928 (80,3)		4 (1,0)		27 (6,5)		1 (0,2)	
Garimpagem	40.985 (95,2)*		2.120 (82,8)		902 (2,2)*		7.154 (17,5)*		0 (0,0)	
Exploração vegetal	2.560 (95,6)*		2.160 (93,3)*		11 (0,4)		421 (16,4)*		10 (0,4)*	
Caça/pesca	2.316 (72,9)		108 (87,8)		10 (0,4)		146 (6,3)		0 (0,0)	
Construção de estradas/barragens	123 (82,6)		116 (86,6)		2 (1,6)		13 (10,6)		0 (0,0)	
Mineração	134 (94,4)*		1.366 (92,1)*		1 (0,7)		17 (12,7)		0 (0,0)	
Viajante	1.483 (90,0)		39.301 (88,2)*		11 (0,7)		106 (7,1)		0 (0,0)	
Outros	44.534 (89,0)		4.382 (92,7)		318 (0,7)		4.766 (10,7)		152 (0,3)*	
Ignorado	4.729 (50,7)		12.588 (93,8)*		17 (0,4)		327 (6,9)		1 (0,0)	

Legenda: * associação estatisticamente significativa pelo teste dos resíduos ajustados a 5% de significância; ** Para os testes de hipótese foram excluídos os registros classificados como "Ignorado". Os registros em branco foram previamente removidos do banco de dados.*** Os percentuais dos tipos de malária foram calculados utilizando como denominador o total de casos positivos em cada categoria.
Fonte: Martins TM, et al., 2026. Dados extraídos do SIVEP-Malária, 2020 a 2024.

Considerando a possibilidade de confundimento entre as variáveis, realizou análise de regressão de Poisson para identificação dos fatores independentemente associados às espécies parasitárias (**Tabela 2**).

Após ajuste das variáveis, observou aumento progressivo da proporção da malária *falciparum* com o avanço da idade em idosos (RR=1,77). Indivíduos indígenas apresentaram maior probabilidade de infecção em comparação com os indivíduos da raça branca. Em relação às ocupações, foram observados em trabalhadores do garimpo (RR=3,07), exploração vegetal (RR=3,05), atividade doméstica (RR=2,30) e mineração (RR=2,22) e outros (RR=2,06).

Na malária vivax, observou-se maior probabilidade de infecção em indivíduos infanto-juvenil (RR=1,10), adultos jovens (RR=1,09) e adultos de meia-idade (RR=1,04), em comparação aos idosos. Em relação à raça/cor, indivíduos brancos (RR=1,05), amarelos (RR=1,05), pardos (RR=1,04) e indígenas (RR=1,02) apresentaram maior probabilidade de infecção quando comparados aos indivíduos pretos. No que tange a escolaridade, indivíduos com escolaridade até o ensino fundamental completo apresentam risco de 11% maior em relação aos indivíduos com maior escolaridade. Quanto à ocupação, observou-se maior probabilidade de infecção entre trabalhadores da agricultura (RR=1,17), caça/pesca (RR=1,16), pecuária (RR=1,14), turismo (RR=1,14), viajantes (RR=1,13), construção de estradas/barragens (RR=1,09), mineração (RR=1,08), atividade doméstica (RR=1,07), outras ocupações (RR=1,08) e exploração vegetal (RR=1,02), quando comparados aos trabalhadores da garimpagem.

Na malária mista, observou-se maior probabilidade de infecção entre adultos jovens (RR=1,19) e adultos de meia-idade (RR=1,31), quando comparados aos indivíduos de 0 a 19 anos. Em relação à raça/cor, indivíduos indígenas apresentaram maior probabilidade em comparação aos indivíduos pardos (RR=1,38). Quanto à escolaridade, houve associação com ensino fundamental completo (RR=1,60) e o ensino médio incompleto (RR=1,65). Entre as ocupações, destacaram-se os trabalhadores da garimpagem (RR=4,66).

Portanto, a análise multivariada mostra que idade, raça/cor e ocupação permanecem como os principais fatores independentemente associados às diferentes espécies parasitárias. Enquanto a malária *falciparum* apresenta forte associação com atividades ocupacionais relacionadas ao garimpo, exploração vegetal e mineração, vivax, mostra distribuição mais ampla entre diferentes grupos sociodemográficos e ocupacionais. E a malária mista concentra em grupos específicos, especialmente entre trabalhadores da garimpagem.

Tabela 2 - Análise de Regressão de Poisson entre os tipos de Malária (Falciparum, Vivax *e* Mista) com as variáveis sociodemográficas e ocupacionais, Pará, Brasil, 2020 – 2024.

Variáveis	Malária falciparum			Malária vivax			Malária mista (v+f)		
	Risco Relativo	IC 95%	P	Risco Relativo	IC 95%	P	Risco Relativo	IC 95%	P
Faixa etária (anos)									
0 - 19	1,00	-	-	1,10	1,09 – 1,12	<0,001	1,00	-	-
20 - 39	1,11	1,06 – 1,15	<0,001	1,09	1,07 – 1,11	<0,001	1,19	1,01 – 1,40	0,035
40 - 59	1,41	1,34 – 1,47	<0,001	1,04	1,03 – 1,06	<0,001	1,31	1,09 – 1,57	0,003
≥ 60	1,77	1,65 – 1,90	<0,001	1,00	-	-	1,04	0,75 – 1,45	0,795
Sexo									
Masculino	0,98	0,94 – 1,02	0,248	1,00	0,99 – 1,01	0,589	1,14	0,99 – 1,30	0,071
Feminino	1,00	-	-	1,00	-	-	1,00	-	-
Raça/cor									
Branca	1,00	-	-	1,05	1,04 – 1,06	<0,001	1,04	0,87 – 1,24	0,671
Preta	1,29	1,21 – 1,37	<0,001	1,00	-	-	1,09	0,93 – 1,28	0,301
Amarela	1,02	0,81 – 1,28	0,900	1,05	1,01 – 1,09	<0,011	0,95	0,46 – 1,99	0,899
Parda	1,08	1,02 – 1,14	0,010	1,04	1,03 – 1,05	<0,001	1,00	-	-
Indígena	1,22	1,14 – 1,31	<0,001	1,02	1,01 – 1,03	<0,001	1,38	1,19 – 1,62	<0,001
Nível de escolaridade									
Analfabeto	1,08	0,92 – 1,27	0,340	1,11	1,07 – 1,16	<0,001	1,00	-	-
Fundamental incompleto	1,10	0,95 – 1,28	0,217	1,09	1,05 – 1,12	<0,001	1,22	0,92 – 1,61	0,165
Fundamental completo	1,10	0,95 – 1,28	0,209	1,09	1,05 – 1,13	<0,001	1,60	1,20 – 2,14	0,001
Médio incompleto	1,04	0,89 – 1,21	0,641	1,05	1,01 – 1,04	0,014	1,65	1,22 – 2,24	0,001
Médio completo	0,97	0,83 – 1,13	0,692	1,02	0,98 – 1,05	0,376	1,24	0,90 – 1,69	0,188
Superior incompleto	1,02	0,81 – 1,29	0,844	1,04	0,99 – 1,09	0,135	0,40	0,12 – 1,26	0,117
Superior completo	1,00	-	-	1,00	-	-	1,13	0,60 – 2,10	0,712
Ocupação									
Agricultura	1,00	-	-	1,17	1,16 – 1,17	<0,001	1,08	0,57 – 2,03	0,819
Pecuária	1,30	0,87 – 1,93	0,203	1,14	1,10 – 1,18	<0,001	2,09	0,59 – 7,44	0,256
Doméstica	2,30	2,10 – 2,51	<0,001	1,07	1,06 – 1,08	<0,001	2,05	1,08 – 3,87	0,028
Turismo	1,20	0,83 – 1,74	0,328	1,14	1,11 – 1,17	<0,001	2,30	0,74 – 7,18	0,153
Garimpagem	3,07	2,86 – 3,30	<0,001	1,00	-	-	4,66	2,57 – 8,43	<0,001
Exploração vegetal	3,05	2,73 – 3,41	<0,001	1,02	1,00 – 1,04	<0,017	1,00	-	-
Caça/pesca	1,12	0,94 – 1,33	0,201	1,16	1,14 – 1,17	<0,001	0,64	0,25 – 1,66	0,360
Construção de estradas/barragens	1,89	1,13 – 3,19	0,016	1,09	1,02 – 1,16	<0,012	3,50	0,79 – 15,6	0,101
Mineração	2,22	1,42 – 3,48	<0,001	1,08	1,01 – 1,15	<0,028	1,63	0,21 – 12,5	0,640
Viajante	1,36	1,12 – 1,66	0,002	1,13	1,12 – 1,15	<0,001	2,01	0,85 – 4,70	0,110
Outros	2,06	1,92 – 2,22	<0,001	1,08	1,08 – 1,09	<0,001	1,72	0,94 – 3,16	0,078

Legenda: RR=1,00 corresponde à categoria de referência utilizada em cada modelo de regressão de Poisson.
Fonte: Martins TM, et al., 2026. Dados extraídos do SIVEP-Malária, 2020 a 2024.

DISCUSSÃO

No presente estudo, houve aumento do risco de infecção por *Plasmodium falciparum* com o avanço da idade, sendo os idosos o grupo de maior risco, enquanto a malária por *Plasmodium vivax* apresenta maior associação com indivíduos jovens e as infecções mistas entre adultos jovens e indivíduos de meia-idade. Esses achados evidenciam que diferentes espécies parasitárias apresentam perfil epidemiológico distinto, que podem ser influenciados por fatores biológicos, comportamentais e ocupacionais onde a exposição precoce favorece o desenvolvimento de imunidade parcial (KAMAU A, et al., 2022; GUINOVART C, et al., 2022).

A recorrência da transmissão da malária, principalmente entre populações em situação de vulnerabilidade na região Amazônica, tornou-se necessário fortalecer e reorientar as políticas públicas de enfrentamento da doença, ampliando o foco das ações de controle para a eliminação da transmissão autóctone no país (BRASIL, 2024). Essa mudança de abordagem assume compromissos internacionais assumidos pelo Brasil quanto aos avanços técnicos e à experiência acumulada pelas políticas nacionais de controle da malária. Nesse contexto, em 2022, foi instituído o Plano Nacional de Eliminação da Malária, concebido como uma estratégia coordenada e integrada para enfrentar os desafios ainda existentes e avançar na interrupção da transmissão da doença no território nacional (BRASIL, 2023).

Entretanto, os achados deste estudo indicam persistência de grupos populacionais e atividades ocupacionais com maior exposição à malária no estado do Pará, reforçando a necessidade de aprimoramento das ações de controle. Observou-se maior frequência da doença entre adolescentes, adultos e idosos envolvidos em atividades econômicas desenvolvidas em áreas de transmissão da malária na Amazônia, favorecendo diferentes níveis de exposição ao vetor ao longo da vida. No Pará, atividades como agricultura, garimpagem, mineração e exploração florestal contribuem para a permanência desses indivíduos em ambientes propícios à transmissão, aumentando o contato com o vetor e reforçando a necessidade de aprimoramento das ações de vigilância, prevenção e controle da doença (SAYRE D, *et al*., 2021; KHAN N, DAILY JP, 2022).

As diferenças entre as espécies podem estar relacionadas com características biológicas dos parasitos e aos padrões de exposição ao longo da vida (ESCALANTE AA, CEPEDA AS, PACHECO M, 2022). O maior risco de infecção por *P. vivax* entre jovens pode estar associado ao aumento da mobilidade e início das atividades externas, com maior contato com áreas de transmissão e imunidade ainda insuficiente para reduzir novas infecções, e capacidade do *P. vivax* de permanecer em formas latentes no fígado, causando recaídas, contribui para sua recidiva em diferentes grupos etários (KHAN N, DAILY JP, 2022). Essa diferença observada entre as espécies evidencia que fatores biológicos relacionados ao ciclo de vida do parasito e fatores comportamentais relacionados à exposição humana atuam na determinação do risco de infecção malárica.

As infecções mistas apresentaram maior risco entre adultos jovens e indivíduos de meia-idade, possivelmente devido ao acúmulo de exposições ao longo da vida e à maior participação em atividades produtivas em áreas de risco (KIGOZI SP, et al., 2020). E a circulação simultânea de diferentes espécies, associada ao contato frequente com o vetor, aumenta a possibilidade de múltiplas infecções (ESCALANTE AA, CEPEDA AS, PACHECO M, 2022).

Por outro lado, o maior risco de *P. falciparum* entre idosos pode evidenciar a exposição acumulada durante décadas em áreas endêmicas, mas também às alterações imunológicas associadas ao envelhecimento, que favorecem maior susceptibilidade às infecções e menor capacidade de resposta imunológica (DUNCOMBE CJ, et al., 2026). Apesar da imunidade parcial adquirida após exposições sucessivas, essa resposta não elimina completamente a possibilidade de novas infecções e pode ser influenciada por alterações imunológicas relacionadas ao envelhecimento (KHAN N, DAILY JP, 2022).

Na análise descritiva observou-se maior frequência de malária entre as mulheres, entretanto, após o ajuste pelas demais variáveis sociodemográficas e ocupacionais, o sexo não permaneceu associado de forma independente às espécies parasitárias avaliadas. Esse resultado pode ser explicado pelas diferenças inicialmente observadas que podem estar relacionadas à distribuição desigual de fatores como ocupação, escolaridade, local de residência e padrões de exposição ambiental, e não necessariamente ao sexo é um fator pela infecção da malária (OSEGHALE OE, 2025; WU Y et al., 2025; BRIGGS J et al., 2020).

Estudos mostram diferenças biológicas e imunológicas entre homens e mulheres na resposta à infecção por *Plasmodium*, essas diferenças são ocasionadas por fatores socioambientais e ocupacionais, onde a exposição ao vetor é determinada pelas atividades econômicas e pelas condições de vida da população (QUARESIMA V, et al., 2021; WU Y et al., 2025; OKIRING J, et al., 2022).

Outro resultado relevante foi a maior probabilidade de ocorrência de malária mista e malária por *P. falciparum* entre indivíduos indígenas. Historicamente, as desigualdades observadas na população indígena no acesso aos serviços de saúde, diagnóstico oportuno e medidas de prevenção em territórios indígenas da Amazônia com isso, o tratamento da doença é tardio o que contribui para a transmissão em grande escala (MASUDA K, 2020; AMARAL PST, 2024).

Houve maior risco de malária entre indivíduos autodeclarados pardos. No Brasil, especialmente na Amazônia, a maior ocorrência da doença entre pessoas pardas acompanha a distribuição demográfica da população residente nas áreas endêmicas e sua maior participação em atividades como agricultura, garimpo, extrativismo vegetal (GONÇALVES NV, et al., 2023; TOURE AA et al., 2025). Outros estudos enfatizam que a raça atua como marcador de vulnerabilidade social e ocupacional, e não como fator predisponente a infecção (TOURE AA et al., 2025; EBHUOMA O, et al., 2022).

A associação observada entre menores níveis de escolaridade e determinados tipos de malária evidencia que fatores relacionados à vulnerabilidade social também desempenham papel importante na dinâmica da transmissão. Indivídusos com baixos níveis de instrução podem limitar o acesso às informações sobre prevenção, reconhecimento precoce dos sintomas e busca oportuna por atendimento, propiciando a circulação parasitária em áreas endêmicas, ressalta-se que indivíduos com menor escolaridade frequentemente estão inseridos em atividades ocupacionais de maior exposição ambiental ao vetor (SAEUNG M, et al., 2025; KASSIE AT, et al., 2026).

Os fatores ocupacionais constituíram principais fatores independentemente associados às diferentes espécies parasitárias no presente estudo. Trabalhadores envolvidos com garimpagem, exploração vegetal e mineração apresentaram os maiores riscos de infecção por *P. falciparum*, enquanto as infecções mistas mostraram forte associação com a atividade garimpeira. Esses resultados corroboram evidências que apontam o ambiente ocupacional como importante condicionante da transmissão da malária na Amazônia, a abertura de áreas florestais, a formação de coleções hídricas artificiais, os deslocamentos populacionais constantes e as condições precárias de habitação nessas atividades contribuem para proliferação dos vetores (AMARAL PST, 2024; GEBREEGZIABHER E, et al., 2024; MASUDA K, 2020).

A garimpagem e a mineração podem ampliar o risco devido às alterações ambientais e à permanência dos trabalhadores próximos aos habitats dos vetores, além de condições de moradia e baixa adoção de medidas de proteção (HASYIM H, et al., 2023; AMARAL PST, 2024). A agricultura e a exploração vegetal favorecem o contato com o *Anopheles* pela permanência prolongada em ambientes externos, sobretudo em períodos de maior atividade do vetor (MOSHI IR, et al., 2018).

Entre os viajantes, a mobilidade para áreas endêmicas amplia as oportunidades de exposição e aquisição da infecção, enquanto na atividade doméstica, o risco pode estar relacionado às condições do ambiente residencial e à proximidade de áreas de transmissão (GEBREEGZIABHER E, et al., 2024; AMARAL PST, 2024).

Os diferentes tipos de malária apresentaram padrões distintos de distribuição entre os casos analisados no estado do Pará. Após ajuste multivariado, idade, raça/cor e determinadas atividades ocupacionais permaneceram associadas às espécies parasitárias, com destaque para a associação de *P. falciparum* e das infecções mistas com atividades relacionadas ao garimpo. Esses achados reforçam a necessidade de estratégias de vigilância, prevenção e controle direcionadas aos grupos populacionais e contextos ocupacionais mais frequentemente associados à ocorrência da doença. Os resultados devem ser interpretados considerando as limitações inerentes ao uso de dados secundários, especialmente em relação à qualidade e completude das informações registradas.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que os diferentes tipos de malária registrados no estado do Pará apresentam distribuição heterogênea e estão associados a características sociodemográficas e ocupacionais específicas. A infecção por *Plasmodium falciparum* esteve associada ao avanço da idade e às atividades ocupacionais relacionadas ao garimpo, exploração vegetal e mineração, enquanto a malária por *Plasmodium vivax* apresentou maior ocorrência entre indivíduos mais jovens. As infecções mistas estiveram associadas principalmente a adultos jovens e trabalhadores da garimpagem. Além disso, idade, raça/cor, e ocupação mostraram associação com os diferentes tipos de malária, contribuindo para a compreensão do perfil epidemiológico da doença no estado. Esses resultados reforçam a importância do desenvolvimento e fortalecimento de estratégias de vigilância, prevenção e controle direcionadas aos grupos populacionais mais frequentemente associados à ocorrência da malária no Pará.

REFERÊNCIAS

1. AMARAL PST, et al. Malaria in areas under mining activity in the Amazon: a review. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2024; 57: 1–9.
2. ATUSINGWIZE E, et al. Social determinants of malaria in low- and middle-income countries: a mixed-methods systematic review. Malar J., 2026; 24(165).
3. BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF. 2013, 12(59).
4. BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF. 2016, 98: 44-46
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Painel Malária. 2026.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Boletim epidemiológico: caracterização da malária em áreas especiais da região amazônica. 2024; 55(14).
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Panorama epidemiológico da malária no Brasil: um enfoque na população negra. Boletim epidemiológico: saúde da população negra. 2023; 2: 28–33.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Situação epidemiológica da malária. 2022; 42–57.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Situação Epidemiológica da Malária. 2026.
10. BRIGGS J, et al. Sex-based differences in clearance of chronic Plasmodium falciparum infection. Elife, 2020; 27(9).
11. DUNCOMBE CJ. Sex-based differences in Plasmodium infection in the control groups of controlled human malaria infection trials in malaria-naive populations in the USA and the Netherlands: a pooled analysis. The Lancet Microbe, 2026; 7(2).
12. EBHUOMA O, et al. Socio-economic status as predictors of malaria transmission in KwaZulu-Natal, South Africa. A retrospective study. African Health Sciences, 2022; 22(2).
13. ESCALANTE AA, et al. Andreína. Why Plasmodium vivax and Plasmodium falciparum are so different? A tale of two clades and their species diversities. Malaria Journal, 2022; 22(2).
14. FERREIRA UM, et al. Relative contribution of low-density and asymptomatic infections to *Plasmodium vivax* transmission in the Amazon: pooled analysis of individual participant data from population-based cross-sectional surveys. The Lancet Regional Health – Americas, 2022; 9.
15. GARCIA CGR, et al. Assessing the spatial influence of deforestation on malaria incidence in Pará State, Amazon region, Brazil, 2008–2019. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 2025; 120: 1–10.
16. GEBREEGZIABHER E, et al. Identifying and characterizing high-risk populations in pilot malaria elimination districts in Madagascar: a mixed-methods study. Malaria Journal, 2024; 23(121).

17. GONÇALVES NV, et al. Malaria and environmental, socioeconomics and public health conditions in the municipality of São Félix do Xingu, Pará, Brazil: an ecological and cross-sectional study. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2023; 56: 1–8.
18. GUINOVART C, et al. The epidemiology of severe malaria at Manhiça District Hospital, Mozambique: a retrospective analysis of 20 years of malaria admissions surveillance data. The Lancet Global Health, 2022; 10(6).
19. HASYIM H, et al. Risk factors of malaria transmission in mining workers in Muara Enim, South Sumatra, Indonesia. Scientific Reports, 2023; 13.
20. KAMAU A, et al. Malaria infection, disease and mortality among children and adults on the coast of Kenya. Malaria Journal, 2020; 19(210).
21. KASSIE AT, et al. Alebachew Ferede. Determinants of malaria prevalence among children under 5 years of age in 17 sub-Saharan African countries: insights from malaria indicator surveys. Global Health Action, 2026; 19(1).
22. KHAN N, DAILY JP. Update on pathogenesis, management, and control of Plasmodium vivax. Current Opinion In Infectious Diseases, 2022; 35(5).
23. KIGOZI SP, et al. Rapid shifts in the age-specific burden of malaria following successful control interventions in four regions of Uganda. Malaria Journal. 2020, 19(128).
24. MASUDA K. Length of maternal schooling and children's risk of malaria infection: evidence from a natural experiment in uganda. Bmj Global Health, 2020; 5(2).
25. MONSON RR. Occupational Epidemiology. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1990; 51.
26. MOSHI IR, et al. Outdoor malaria transmission risks and social life: a qualitative study in south-eastern tanzania. Malaria Journal, 2018; 17(397).
27. OKIRING J, et al. Gender difference in the incidence of malaria diagnosed at public health facilities in Uganda. Malaria Journal, 2022; 21(22).
28. OLIVEIRA-NETO FM, et al. Changes in the malaria transmission profile in a low-endemic area of the Brazilian Amazon: a cause for concern. Rev Inst Med Trop São Paulo, 2025; 13: 67-70.
29. OSEGHALE OE. Gender Disparities in Malaria Outcomes amongst Residents of Edo South Senatorial District, Edo State, Nigeria. Journal Of Applied Sciences And Environmental Management, 2025; 29(2).
30. QUARESIMA V, et al. Are Malaria Risk Factors Based on Gender? A Mixed-Methods Survey in an Urban Setting in Ghana. Tropical Medicine And Infectious Disease, 2021; 6(3).
31. SAEUNG M, et al. Estimating malaria risk behaviours and their determinants among at-risk populations in a pre-elimination setting, Sisaket Province, Thailand–Cambodia border. Malaria Journal, 2025; 24(293).
32. SAYRE D, et al. Baseline malaria prevalence and care-seeking behaviours in rural Madagascar prior to a trial to expand malaria community case management to all ages. Malaria Journal, 2021; 20(422).
33. TOURE AA, et al. Seni. Inequity in the transmission of malaria infection among children and adolescents: a cohort study in rural guinea. Scientific Reports, 2025; 15.
34. UENO TMRL, et al. Socio-epidemiological features and spatial distribution of malaria in an area under mining activity in the Brazilian Amazon Region. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021; 18(19): 1–10
35. WHO - WORDL HEALTH ORGANIZATION. Malaria. 2025.
36. WU Y, et al. The Immunomodulatory Role of Estrogen in Malaria: a review of sex differences and therapeutic implications. Immunity, Inflammation And Disease, 2025; 13(2).