

Fatores que influenciam no repasto sanguíneo de mosquitos de importância médica: um levantamento bibliográfico

Factors that influence blood replacement of mosquitos of medical importance: a bibliographical survey

Camila Monteiro Francisco* 

Wémeson Ferreira da Silva 

RESUMO

Introdução: Os mosquitos pertencentes à família Culicidae reúnem espécies vetoras de arbovírus e causam grande incômodo às populações humanas, devido aos hábitos hematófagos das fêmeas e à transmissão de doenças como dengue, febre amarela, zika, chikungunya e malária. **Objetivo:** Analisar, por meio de um levantamento bibliográfico, os fatores envolvidos na preferência sanguínea por parte dos mosquitos, além dos principais estudos que discutem esta temática. **Método:** O levantamento foi realizado nos bancos de dados PubMed, Google Acadêmico e SciELO, nos idiomas português, inglês e espanhol, selecionando artigos publicados entre os anos de 2004 a 2018, período que reuniu o estudo mais antigo até o mais atual encontrado nas buscas sobre o tema. **Resultados:** Dos estudos analisados, 13 artigos que apresentaram relação com o tema foram selecionados. Neles foi demonstrado que, em diferentes partes do mundo, os principais fatores responsáveis pela preferência sanguínea são: o odor, os fatores genéticos, o sistema ABO, a disponibilidade de hospedeiros no local e o feromônio produzido pelas fêmeas que atrai outros indivíduos ao sítio. **Conclusões:** A existência de diferentes fatores que influenciam na preferência dos mosquitos por sangue humano é um fato e, apesar disso, o tema ainda carece de análises mais conclusivas. Assim, o conhecimento dos fatores envolvidos poderá ser utilizado principalmente na prevenção de doenças transmitidas por mosquitos.

PALAVRAS-CHAVE: Culicidae; Sangue; Preferência; Prevenção

ABSTRACT

Introduction: Mosquitoes belonging to the Culicidae family gather arbovirus vectors and cause great annoyance to human populations, due to hematophagous habits of females and transmission of diseases such as dengue, yellow fever, zika, chikungunya and malaria. **Objective:** To analyze, through a bibliographical survey, the factors involved in blood preference by mosquitoes, in addition to the main studies that discuss this theme. **Method:** The survey was carried out in the PubMed, Google Academic and SciELO databases, in the Portuguese, English and Spanish languages, selecting articles published between the years 2004 and 2018, which brought together the oldest study, up to the most current one found in the searches on the topic. **Results:** Of the analyzed studies, 13 articles that presented a relation with the theme were selected. In these studies, it has been shown that in different parts of the world, the main factors responsible for blood preference are odor, genetic factors, ABO system, availability of hosts in the area and the pheromone produced by females that attracts other individuals to the site. **Conclusions:** The existence of different factors influencing the preference of mosquitoes for human blood is a fact, and despite this, the subject still needs more conclusive analysis. Thus, knowledge of the factors involved may be used mainly in the prevention of mosquito-borne diseases.

Centro Universitário Adventista de São Paulo (Unasp), São Paulo, SP, Brasil

* E-mail: kamila.monteiro.up@gmail.com

Recebido: 03 jan 2019
Aprovado: 28 jun 2019

KEYWORDS: Culicidae; Blood; Preference; Prevention



INTRODUÇÃO

Os mosquitos da Ordem Diptera, pertencentes à família Culicidae, conhecidos popularmente como muriçocas ou pernilongos, são considerados um dos grupos mais importantes de artrópodes tratando-se de saúde pública, pois reúnem espécies vetoras de arbovírus, além de causar grande incômodo às populações humanas, devido aos hábitos hematófagos das fêmeas^{1,2}. Esses vetores são encontrados em regiões tropicais e subtropicais do planeta, predominando em áreas urbanas e semiurbanas. São originários da África e provavelmente foram introduzidos na América logo após o seu “descobrimento”^{1,3}.

As três primeiras espécies de mosquito foram descritas em meados do século XVIII e alguns aspectos gerais de seu ciclo biológico também foram conhecidos. Por muitos anos, pensava-se que o único incômodo causado por esses insetos era apenas sua picada. Porém, somente nas últimas décadas do século XIX foi descoberta a importância dos mosquitos como vetores de doenças. Desde então, os cientistas passaram a estudar com mais detalhes a biologia e a sistemática desses vetores, a fim de descobrir os pontos mais vulneráveis para melhor combatê-los. Hoje, existem mais de 3.000 espécies de mosquitos descritas, embora ainda se desconheça a biologia de grande parte delas, bem como sua forma de controle⁴.

Os gêneros *Aedes*, *Anopheles* e *Culex* são de grande interesse médico, devido ao papel que desempenham na transmissão de uma variedade de doenças em humanos e animais, como: dengue, febre amarela, zika, chikungunya e malária, transmitidas pelas fêmeas e causando síndromes clínicas com nível de complexidade variável². Somente as fêmeas são hematófagas, pois utilizam o sangue antes de reproduzir-se para garantir, desse modo, o desenvolvimento e a fertilidade dos ovos, além da sua própria sobrevivência. Os machos, no entanto, apresentam aparelhos bucais não adaptados para perfurar e consumir sangue, e sua alimentação é restrita à seiva das plantas^{1,2,5}.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças transmitidas por estes vetores representam 17% da carga global estimada de todas as doenças infecciosas, principalmente em relação a doenças como malária e dengue, que hoje tornaram-se endêmicas em mais de cem países das Américas, África, Ilhas do Pacífico, Ásia e Mediterrâneo^{3,6}.

Sobre a relação entre as diferentes espécies de mosquitos e as formas da propagação das doenças, estudos realizados em diferentes partes do mundo tentaram relacionar os possíveis fatores que interferem na preferência sanguínea dos mosquitos no momento da picada^{7,8}. Dentre os principais fatores destacados e observados, podem ser citados fatores genéticos, como: odor, sistema sanguíneo ABO e disponibilidade de hospedeiros no local^{9,10}. Apesar de alguns estudos descreverem esses fatores como influenciadores, ainda pouco se sabe a respeito desse comportamento dos mosquitos devido à escassez de pesquisas relacionadas ao tema com resultados pouco conclusivos. Assim, o presente estudo analisou através de um levantamento bibliográfico, os fatores envolvidos na preferência sanguínea por parte

dos mosquitos de importância médica, bem como os principais estudos que discutem esta temática.

MÉTODO

Tipo de estudo

Esta pesquisa constituiu um estudo de revisão bibliográfica da literatura sobre os principais fatores que interferem na preferência sanguínea dos mosquitos, realizada em bases de dados científicas especializadas.

Obtenção de dados

Os artigos que foram empregados para efetuar esta revisão de literatura foram selecionados nos bancos de dados eletrônicos: PubMed, Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e foram publicados entre os anos de 2004 a 2018, período este que reuniu o estudo mais antigo, até o mais atual encontrado nas buscas sobre o tema. As seguintes etapas foram efetuadas sequencialmente: identificação da proposta; busca de estudos publicados sobre o tema; avaliação dos artigos encontrados para inclusão ou não na revisão; e análise crítica dos resultados obtidos a partir dos artigos selecionados, tendo em vista os fatores relacionados com a possível preferência sanguínea.

Quanto aos critérios de inclusão, foram levadas em consideração principalmente as publicações na língua inglesa, portuguesa e espanhola, submetidas entre os anos de 2004 a 2018 e que correlacionassem em seus resultados os principais fatores da preferência sanguínea dos mosquitos, regiões demográficas e etnia das pessoas afetadas pelo hábito hematófago das fêmeas.

Foram excluídas da pesquisa teses e dissertações, bem como artigos que, ao serem analisados, não se enquadravam na temática proposta. Para a introdução do artigo e seu enriquecimento, também foram incluídas as características gerais dos mosquitos de importância médica e as principais doenças transmitidas por esses vetores. Após a busca e a análise do tema, foram selecionados 13 artigos para uso na revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após minucioso levantamento sobre o tema nos bancos de dados, foi possível selecionar e analisar 13 artigos. Deste total, nenhum foi encontrado que utilizasse palavras-chave em português. Nesse idioma, foram encontrados apenas alguns estudos que abordavam os comportamentos alimentares dos mosquitos em relação às outras espécies animais, e ainda sobre as possíveis doenças transmitidas por eles. Em espanhol nenhum artigo ou dissertação foi encontrado sobre o tema em estudo, diferentemente da pesquisa em inglês, que forneceu todos os artigos analisados para este estudo. Do total, cinco foram encontrados no PubMed^{7,8,10,11,12} e sete no Google Acadêmico^{13,14,15,16,17,18,19}, conforme descrito nos Quadros 1 e 2.



Quadro 1. Artigos encontrados no PubMed.

Palavras-chave	Título	Autor	Fator de preferência
"Blood preference of mosquitos"	<i>Landing preference of Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) on human skin among ABO blood groups, secretors or nonsecretors, and ABH antigens</i>	Shirai et al., 2004 ⁷	Tipagem sanguínea
	<i>Blood-feeding behavior of Anopheles gambiae and Anopheles melas in Ghana, western Africa</i>	Tuno et al., 2010 ¹¹	Disponibilidade de hospedeiros no local
	<i>Host preferences of blood-feeding mosquitoes</i>	Takken, Verhulst, 2013 ¹⁰	Fatores genéticos
	<i>ABO blood groups of residents and the ABO host choice of malaria vectors in southern Iran</i>	Anjomruz et al., 2014 ¹²	Tipagem sanguínea
"ABO system and mosquito preference"	<i>Preferential feeding success of laboratory reared Anopheles stephensi mosquitoes according to ABO blood group status</i>	Anjomruz et al., 2014 ⁸	Tipagem sanguínea e odor

Quadro 2. Artigos encontrados no Google Acadêmico.

Palavras-chave	Título	Autor	Fator de preferência
"Blood preference of mosquitos"	<i>No accounting for taste: host preference in malaria vectors</i>	Besansky et al., 2004 ¹³	Fatores genéticos
	<i>Vector host-feeding preferences drive transmission of multi-host pathogens: West Nile virus as a model system</i>	Simpson et al., 2012 ¹⁴	Disponibilidade e heterogeneidade de hospedeiros no local
	<i>Notes on the blood-feeding behavior of Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) in Cameroon</i>	Kamgang et al. 2012 ¹⁵	Odor
	<i>Evolution of mosquito preference for humans linked to an odorant receptor</i>	McBride et al., 2014 ¹⁶	Odor
	<i>Divergent host preferences of above- and below-ground Culex pipiens mosquitoes and their hybrid offspring</i>	Fritz et al., 2015 ¹⁷	Fatores genéticos
"ABO system and mosquito preference"	<i>Blood feeding patterns of mosquitoes: random or structured?</i>	Chaves et al., 2010 ¹⁸	Disponibilidade de hospedeiros no local
	<i>Attraction of Culex mosquitoes to aldehydes from human emanations</i>	Leal et al., 2017 ¹⁹	Odor

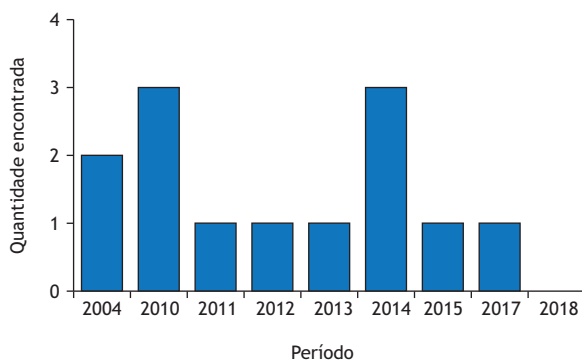


Gráfico 1. Artigos encontrados nas bases indexadoras no período de 2004 a 2018.

Entre os anos de 2004 e 2018 e de 2010 a 2014 ocorreu a maior produção de artigos sobre os temas, sendo três em cada ano, seguido de 2004 com dois artigos e os demais com apenas um artigo, exceto 2018, ano em que não foram encontrados estudos, conforme ilustrado no Gráfico.

Existem na literatura poucos estudos relacionados à possível preferência sanguínea dos mosquitos e aos mecanismos que os levam a escolher um hospedeiro. Entretanto, autores de diferentes países realizaram estudos experimentais para tentar elucidar melhor estes questionamentos.

Influência da tipagem sanguínea na escolha do hospedeiro

Estudos *in vivo* realizados no Japão⁷ e Irã¹² utilizando as espécies *Aedes albopictus*, *Anopheles gambiae* e *Anopheles stephensi* levantaram algumas hipóteses para sustentar a ideia de que a tipagem sanguínea influencia na escolha do hospedeiro por parte dos mosquitos, uma vez que segundo os autores, estes insetos adquiriram uma certa preferência por algumas delas.

Nestes estudos, após as espécies *Aedes albopictus* e *Anopheles gambiae* apresentarem uma maior preferência por indivíduos com sangue do tipo O em comparação com os demais tipos sanguíneos dos participantes da pesquisa, os pesquisadores descreveram essa possível escolha como sendo: 1) devido a uma atração dos mosquitos por estes indivíduos decorrente do dissacarídeo que está presente no grupo sanguíneo O (antígeno H). No entanto, os responsáveis pela pesquisa destacaram também que as observações e dados levantados após o experimento não forneceram explicações para a preferência pelo grupo sanguíneo O, e que pode haver outras influências desconhecidas subjacentes às preferências sanguíneas. Acreditam também que os antígenos ABH existam na pele humana em baixas concentrações, supondo desta forma, que seja imperceptível pelos mosquitos; 2) pelo fato de a espécie *A. gambiae* ter sua distribuição geográfica restrita à África, região em que o sangue do tipo O é altamente prevalente, induzindo, dessa forma, os mosquitos a terem um maior contato com essa tipagem sanguínea e, conseqüentemente, maior preferência. Todavia, essa hipótese não



explicaria a preferência da espécie *A. albopictus*, que apresenta uma origem asiática, onde se tem uma maior prevalência do sangue do tipo A e não O na população^{7,10}.

Diferentemente dos resultados encontrados com as espécies citadas acima, um outro estudo *in vivo* realizado com *A. stephensi* mostrou uma maior preferência da espécie pelo sangue do tipo AB. Para tentar explicar esse fato, os autores citaram uma teoria levantada por outros pesquisadores de que os comportamentos dos mosquitos são mediados por semioquímicos e que possivelmente as primeiras fêmeas que tiveram contato com os indivíduos do sangue do tipo AB produziram um feromônio de agregação que atraiu outros indivíduos para aquele mesmo hospedeiro, manifestando, dessa forma, uma possível preferência mas não pela tipagem em si, e sim pelo feromônio que os atraiu para aquele mesmo sítio⁸. Outro estudo que apresentou resultados diferentes dos anteriormente citados descreveu que a espécie *Culex quinquefasciatus* apresenta uma preferência sanguínea por outros tipos de vertebrados, não necessariamente os humanos, como, por exemplo: os galiformes, que tiveram destaque na preferência pelos mosquitos nos resultados obtidos no estudo²⁰.

Fatores genéticos associados à preferência sanguínea

Ainda na tentativa de explicar os possíveis fatores relacionados com a preferência sanguínea em algumas espécies de mosquitos, tem sido levantada por alguns autores a hipótese de que possíveis fatores genéticos humanos, estejam envolvidos neste processo¹⁰.

As hipóteses mais comumente levantadas para se explicar a preferência sanguínea envolvem: 1) o senso de visão dos mosquitos permite que eles explorem com sucesso o meio em que vivem. Seu senso de cor, no entanto, é ruim e é improvável que desempenhe um papel na preferência e escolha do hospedeiro, descartando a hipótese de uma preferência por determinada raça, cor ou etnia²¹; 2) o calor corporal de mamíferos e aves é resultado de sua atividade metabólica, mas não se sabe se as diferenças no calor corporal afetam a preferência sanguínea por um hospedeiro em situações de escolha. Entretanto, sabe-se que o calor corporal cria correntes de convecção que afetam a dispersão dos semioquímicos e, portanto, afeta os comportamentos de busca do hospedeiro^{22,23}; 3) a massa corporal do indivíduo também pode afetar a preferência pelo hospedeiro, isso porque supõe-se que um hospedeiro maior, deixa uma maior quantidade de pistas olfativas. Como, por exemplo: a produção de dióxido de carbono metabólico, que está associada ao tamanho corporal e, consequentemente, aumenta a atração de mosquitos^{24,25}; 4) o gênero sexual também pode ser considerado um fator de influência no momento da escolha por um hospedeiro. Estas preferências estão associadas a diferenças nos odores que diferem entre homens e mulheres, bem como entre pessoas do mesmo sexo^{26,27}; 5) o grau em que um hospedeiro é picado por mosquitos é afetado não apenas pelo odor corporal, mas também pela eficácia do seu sistema imunológico. Estudos realizados com ratos saudáveis e camundongos infectados com malária demonstraram que os animais sem a doença foram mordidos com uma frequência significativamente menor devido a uma boa resposta imunológica. Sendo assim, indivíduos com um bom sistema imunológico

são menos picados e, consequentemente, podem ser menos propensos para contrair doenças^{28,29}.

Influência do odor na preferência sanguínea

O olfato é a principal maneira pela qual os mosquitos detectam um hospedeiro^{30,31}. Os receptores olfativos localizados nas antenas, o palpo maxilar e o labelo^{32,33,34} são sintonizados para responder aos odores específicos liberados pelo hospedeiro⁹, sendo o dióxido de carbono o principal deles³⁵.

Diferentes estudos têm destacado o odor como sendo o principal meio para se escolher o hospedeiro ideal, pois servirá como um guia para se chegar ao indivíduo, uma vez que a preferência por seres humanos pode estar intimamente ligada ao aumento tanto na expressão, quanto na sensibilidade ao ligante do odorante receptor Or4 presente nos mosquitos. Essas mudanças podem ajudar os mosquitos a distinguir humanos de animais não humanos, aumentando a sensibilidade comportamental no momento da escolha, devido a uma substância denominada sulcatona, que expelimos pela pele e que nos caracteriza como humanos para esses animais. No entanto, é pouco provável que o sulcatona seja o único odorante que nos diferencia dos outros seres¹⁶.

Disponibilidade de hospedeiros associada à preferência sanguínea

Segundo Tuno et al.¹¹ e Simpson et al.¹⁴, a disponibilidade de um certo hospedeiro estará intimamente ligada à preferência no momento da escolha. Não apenas a disponibilidade, mas também a heterogeneidade e o contato direto entre hospedeiros e mosquitos, pois, segundo os autores, se uma espécie de mosquito vive em um ambiente onde o número de seres humanos se sobressai ao de outros vertebrados, consequentemente a preferência sanguínea por parte dos mosquitos será pelo hospedeiro que se encontra mais abundante em seu *habitat*, nesse caso, os seres humanos. Entretanto, se esse quadro mudar e outra espécie animal for mais abundante em um ambiente, por exemplo, a preferência sanguínea dos mosquitos se destinará a este, por ser mais abundante no local.

CONCLUSÕES

Fatores genéticos, odor, disponibilidade de hospedeiros e o feromônio produzido pelas fêmeas que atrai outros indivíduos ao local podem ser considerados incentivos para que o mosquito prefira um hospedeiro em relação a outro. Até o momento, a tipagem sanguínea parece não ter influência quanto à preferência, o que não exclui a necessidade de estudos mais aprofundados. Neste sentido, devem ser realizados testes *in vitro*, utilizando-se somente o sangue do indivíduo, para que o odor não interfira na escolha pelo mosquito. A literatura carece de descrições mais detalhadas quanto às metodologias utilizadas nos estudos, sendo importante, para uma melhor análise, a inclusão de informações detalhadas quanto ao sexo, massa corporal, presença ou ausência de pelos no órgão em estudo e o uso ou não de algum tipo de perfume por parte dos indivíduos participantes. A existência de diferentes fatores que influenciam na preferência dos mosquitos por sangue humano é um fato, porém, o tema ainda carece de análises mais conclusivas, as quais poderiam ser utilizadas na prevenção de doenças transmitidas por esses vetores.



REFERÊNCIAS

1. Zorzenon FJ. Noções sobre as principais pragas urbanas. *Biol.* 2002;64(2):231-4.
2. Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, et al. Mosquitoes and their control. London: Springer; 2010.
3. World Health Organization - WHO. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. Washington: World Health Organization; 2009.
4. Consoli RAGB, Oliveira RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994.
5. Forattini OP. Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2002.
6. World Health Organization - WHO. A global brief on vector-borne diseases. Geneva: World Health Organization; 2014.
7. Shirai Y, Funada H, Takizawa H, Seki T, Morohashi M, Kamimura K. Landing preference of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) on human skin among ABO blood groups, secretors or nonsecretors, and ABH antigens. *J Med Entomol.* 2004;41(4):796-9. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.796>
8. Anjomruz M, Oshaghi MA, Pourfatollah AA, Sedaghat MM, Raeisi A, Vatandoost H et al. Preferential feeding success of laboratory reared *Anopheles stephensi* mosquitoes according to ABO blood group status. *Acta Trop.* 2014;140:118-23. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.08.012>
9. Carey AF, Wang G, Su CY, Zwiebel LJ, Carlson JR. Odorant reception in the malaria mosquito *Anopheles gambiae*. *Nature.* 2010;464(7285). <https://doi.org/10.1038/nature08834>
10. Takken W, Verhulst NO. Host preferences of blood-feeding mosquitoes. *Annu Rev Entomol.* 2013;58:433-53. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153618>
11. Tuno N, Kjaerandsen J, Badu K, Kruppa T. Blood-feeding behavior of *Anopheles gambiae* and *Anopheles melas* in Ghana, western Africa. *J Med Entomol.* 2010;47(1):28-31. <https://doi.org/10.1603/033.047.0104>
12. Anjomruz M, Oshaghi MA, Sedaghat MM, Pourfatollah AA, Raeisi A, Vatandoost H et al. ABO blood groups of residents and the ABO host choice of malaria vectors in southern Iran. *Exp Parasitol.* 2014;136:63-7. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.11.005>
13. Besansky NJ, Hill CA, Costantini C. No accounting for taste: host preference in malaria vectors. *Trends Parasitol.* 2004;20(6):249-51. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.03.007>
14. Simpson JE, Hurtado PJ, Medlock J, Molaei G, Andreadis TG, Galvani AP et al. Vector host-feeding preferences drive transmission of multi-host pathogens: West Nile virus as a model system. *Proc Biol Sci.* 2012;279 (1730):925-33. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1282>
15. Kamgang B, Nchoutpouen E, Simard F, Paupy C. Notes on the blood-feeding behavior of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Cameroon. *Parasit Vectors.* 2012;5(1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-57>
16. McBride CS, Baier F, Omondi AB, Spitzer SA, Lutomiah J, Sang R et al. Evolution of mosquito preference for humans linked to an odorant receptor. *Nature.* 2014;515(7526). <https://doi.org/10.1038/nature13964>
17. Fritz ML, Walker ED, Miller JR, Severson DW, Dworkin I. Divergent host preferences of above-and below-ground *Culex pipiens* mosquitoes and their hybrid offspring. *Med Vet Entomol.* 2015;29(2):115-23. <https://doi.org/10.1111/mve.12096>
18. Chaves LF, Harrington LC, Keogh CL, Nguyen AM, Kitron UD. Blood feeding patterns of mosquitoes: random or structured? *Front Zool.* 2010;7(1). <https://doi.org/10.1186/1742-9994-7-3>
19. Leal HM, Hwang JK, Tan K, Leal WS. Attraction of culex mosquitoes to aldehydes from human emanations. *Sci Reports.* 2017;7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18406-7>
20. Garcia-Rejon JE, Blitvich BJ, Farfan-Ale JA, Loroño-Pino MA, Chi Chim WA, Flores-Flores LF et al. Host-feeding preference of the mosquito, *Culex quinquefasciatus*, in Yucatan State, Mexico. *J Insect Sci.* 2010;10(1). <https://doi.org/10.1673/031.010.3201>
21. Bidlingmayer WL, Hem DG. The range of visual attraction and the effect of competitive visual attractants upon mosquito (Diptera: Culicidae) flight. *Bull Entomol Res.* 1980;70(2):321-42. <https://doi.org/10.1017/S000748530007604>
22. Peterson DG, Brown AWA. Studies of the responses of the female *Aedes* mosquito: part III the response of *Aedes aegypti* (L.) to a warm body and its radiation. *Bull Entomol Res.* 1951;42(3):535-41. <https://doi.org/10.1017/S0007485300028935>
23. Eiras Alvaro E, Jepson PC. Responses of female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to host odours and convection currents using an olfactometer bioassay. *Bull Entomol Res.* 1994;84(2):207-11. <https://doi.org/10.1017/S0007485300039705>
24. Gillies MT, Wilkes TJ. The range of attraction of animal baits and carbon dioxide for mosquitoes: studies in a freshwater area of West Africa. *Bull Entomol Res.* 1972;61(3):389-404. <https://doi.org/10.1017/S0007485300047295>
25. Torr JS, Mangwiro TNC, Hall DR. The effects of host physiology on the attraction of tsetse (Diptera: Glossinidae) and Stomoxys (Diptera: Muscidae) to cattle. *Bull Entomol Res.* 2006;96(1):71-84. <https://doi.org/10.1079/BER2005404>
26. Wedekind C, Furi S. Body odour preferences in men and women: do they aim for specific MHC combinations or simply heterozygosity? *Proc Biol Sci.* 1997;264(1387):1471-9. <https://doi.org/10.1098/rspb.1997.0204>



27. Havlicek J, Roberts SC, Flegr J. Women's preference for dominant male odour: effects of menstrual cycle and relationship status. *Biol Lett.* 2005;1(3):256-9. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2005.0332>
28. Day JF, Ebert KM, Edman JD. Feeding patterns of mosquitoes (Diptera: Culicidae) simultaneously exposed to malarious and healthy mice, including a method for separating blood meals from conspecific hosts. *J Med Entomol.* 1983;20(2):120-7. <https://doi.org/10.1093/jmedent/20.2.120>
29. Walker ED, Edman JD. Influence of defensive behavior of eastern chipmunks and gray squirrels (Rodentia: Sciuridae) on feeding success of *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 1986;23(1):1-10. <https://doi.org/10.1093/jmedent/23.1.1>
30. Bowen MF. The sensory physiology of host-seeking behavior in mosquitoes. *Annu Rev Entomol.* 1991;36(1):139-58. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.001035>
31. Takken W, Knols BGJ. Odor-mediated behavior of afrotropical malaria mosquitoes. *Annu Rev Entomol.* 1999;44(1):131-57. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.131>
32. Kwon HW, Lu T, Rützler M, Zwiebel LJ. Olfactory responses in a gustatory organ of the malaria vector mosquito *Anopheles gambiae*. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2006;103(36):13526-31.
33. Pitts RJ, Zwiebe LJ. Antennal sensilla of two female anopheline sibling species with differing host ranges. *Malar J.* 2006;5(1). <https://doi.org/10.1186/1475-2875-5-26>
34. Leal WS. Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. *Annu Rev Entomol.* 2013;58:373-91. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153635>
35. Gillies MT. The role of carbon dioxide in host-finding by mosquitoes (Diptera: Culicidae): a review. *Bull Entomol Res.* 1980;70(4):525-32. <https://doi.org/10.1017/S0007485300007811>

Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Esta publicação está sob a licença Creative Commons Atribuição 3.0 não Adaptada.

Para ver uma cópia desta licença, visite http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.pt_BR.