



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FS
ESPECIALIZAÇÃO EM ENTOMOLOGIA MÉDICA**

**IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E MÉDICA, ALÉM DA TRANSMISSÃO DE
PATÓGENOS, DE SEIS ESPÉCIES NOMINAIS DE *Simulium* NA AMÉRICA DO
SUL**

BRUNO MONTEIRO DA SILVA

BRASÍLIA-DF

2022

BRUNO MONTEIRO DA SILVA

**IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E MÉDICA, ALÉM DA TRANSMISSÃO DE
PATÓGENOS, DE SEIS ESPÉCIES NOMINAIS DE *Simulium* NA AMÉRICA DO
SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Especialização em Entomologia Médica
da Faculdade de Ciências da Saúde da
Universidade de Brasília, como
requisito final para obtenção do título de
Especialista em Entomologia Médica.

Orientador: Dr. Rodrigo Gurgel
Gonçalves

BRUNO MONTEIRO DA SILVA

**IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E MÉDICA, ALÉM DA TRANSMISSÃO DE
PATÓGENOS, DE SEIS ESPÉCIES NOMINAIS DE *Simulium* NA AMÉRICA DO
SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Entomologia Médica da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como requisito final para obtenção do título de Especialista em Entomologia Médica.

Aprovada em 18 de abril de 2022.

Banca Examinadora

Dr. Rodrigo Gurgel Gonçalves - Universidade de Brasília

Dr. José Roberto Pujol - Universidade de Brasília

Dr. Fernando Abad Franch – Universidade de Brasília

BRASÍLIA-DF

2022

Sumário

RESUMO	7
INTRODUÇÃO	8
JUSTIFICATIVA/MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS	15
5.1 Análise descritiva dos artigos	15
5.2 Importância das espécies na América do Sul	19
5.2.1 <i>Simulium amazonicum</i>	19
5.2.2 <i>Simulium jujuyense</i>	19
5.2.3 <i>Simulium ochraceum</i>	20
5.2.4 <i>Simulium oyapockense</i>	21
5.2.5 <i>Simulium pertinax</i>	22
5.2.6 <i>Simulium sanguineum</i>	24
Ranking das espécies consideradas como pragas na América do Sul	25
Discussão	26
Conclusão	30
Referências Bibliográficas	31

Lista de tabelas

Tabela 1. Ranking de incômodo de simúlídeos da América do Sul conforme critérios selecionados e registrados na literatura	27
--	-----------

Lista de figuras

- Figura 1.** Representação da busca de dados utilizada no presente estudo. **15**
- Figura 2.** Levantamento inicial de documentos relacionados às espécies de simúlídeos investigadas. **16**
- Figura 3.** Distribuição de documentos com informações selecionadas para revisão por espécies de simúlídeos investigadas. **17**
- Figura 4.** Quantidade de documentos obtidos para revisão por espécies de simúlídeos investigadas por décadas. **17**
- Figura 5.** Quantidade de documentos obtidos para revisão por espécies de simúlídeos investigados na América do Sul por décadas. **19**
- Figura 6.** Quantidade de documentos de acordo com assuntos e espécies de simúlídeos investigadas na América do Sul. **19**

Importância econômica e médica, além da transmissão de patógenos, de seis espécies nominais de *Simulium* na América do Sul

RESUMO

A importância dos simúlideos como vetores de filárias é amplamente conhecida nas Américas. Porém, o papel desses insetos como causadores de reações alérgicas e incômodos relacionados à emergência em massa de adultos é pouco conhecido. O objetivo do estudo foi avaliar e sintetizar a evidência sobre a importância médica e econômica de seis espécies de simúlideos antropofílicos, além da transmissão de patógenos na América do Sul. Especificamente buscamos: 1) evidências de simuliotoxicose em humanos e de associação desse agravo com algumas regiões da América do Sul, 2) evidências de emergência em massa de adultos de simúlideos e sua associação com áreas de clima mais frio, 3) classificar as espécies de simúlideos antropofílicos de acordo com critérios de “incômodo” devido a picada. Foram utilizadas as bases bibliográficas: Pubmed / Medline; Scopus / Elsevier; Google Scholar; LILACS; repositórios de teses e dissertações considerando qualquer documento com informações relevantes em Português, Inglês, Espanhol e Francês de acordo com estratégia de busca detalhada neste estudo. Após triagem de 2417 documentos encontrados, 62 foram selecionados para a extração de informação necessária ao objetivo do estudo. Baseado nos resultados obtidos, o presente estudo sugere que: 1) registros de incômodo devido a picada de simúlideos ocorrem na América do Sul, mas a emergência em massa de adultos e simuliotoxicose são eventos raros; 2) os registros raros de reações alérgicas intensas provavelmente associadas a simúlideos ocorreram no norte e sul da América do Sul envolvendo *S. amazonicum* e *S. pertinax*, respectivamente; 3) o incômodo devido a emergência em massa de adultos de simúlideos também foi observado envolvendo *S. amazonicum*, *S. ochraceum* e *S. pertinax*. Conclui-se que os simúlideos estão associados a problemas relevantes além da transmissão de filárias na América do Sul, como Febre Hemorrágica de Altamira, Pênfigo Foliáceo Brasileiro e outras suspeitas de transmissão mecânica de hanseníase. Além dos problemas médicos, os simúlideos podem causar preocupações econômicas principalmente em atividades turísticas devido ao incômodo que pode ser agravado por características de determinadas espécies.

Palavras chave: pragas; incômodo; alergia; prejuízo; ecoturismo.

1. INTRODUÇÃO

Os simulídeos, popularmente conhecidos como borrachudos, são pequenos insetos dípteros da família Simuliidae considerados pragas importantes em todo o mundo (Gray et al. 1996, Adler e McCreadie, 2019). Cerca de 2.200 espécies foram descritas sendo mais de 300 na região neotropical (Adler e Crosskey, 2018). Causam um grande desconforto com suas picadas que podem desencadear reações alérgicas e choques anafiláticos em casos mais graves (Simon, 2000). Algumas espécies da família Simuliidae (Mardini, 2002) podem transmitir duas graves enfermidades: a oncocercose que é uma doença infecto parasitária causada pela filária *Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) e a mansonelose causada por *Mansonella ozzardi* (Manson, 1897).

Estima-se que 21 milhões de pessoas no mundo são infectadas por *O. volvulus*. Este verme é comum em regiões da África e focos isolados no Iêmen, América Central e na região amazônica. Pessoas residentes e visitantes nessas áreas quando infectados podem apresentar sintomas como nódulos subcutâneos, prurido, dermatite, adenopatia, atrofia e formação de cicatrizes na pele, e lesões nos olhos que podem levar à cegueira, a mais grave manifestação patológica da oncocercose (Pearson, 2020). A mansonelose transmitida por borrachudos em regiões endêmicas da América do Sul e Central geralmente é assintomática, porém em alguns casos podem haver sintomas como febre, exantema ou sintomas pulmonares (Pearson, 2020). Devido ao fato de estudos apresentarem capturas da espécie *S. amazonicum* infectados naturalmente com *M. ozzardi*, a espécie é apontada como um dos principais vetores de transmissão da mansonelose na Bacia Amazônica (Adler e McCreadie, 2019). Dessa forma, percebe-se que os simulídeos têm grande impacto para transmissão de patógenos, além de poderem desencadear reações alérgicas em pessoas através de suas picadas.

Simulídeos são considerados vetores mecânicos de bactérias (tularemia) nos Estados Unidos e Rússia. O vírus da encefalite equina oriental nos Estados Unidos e o vírus da encefalite equina venezuelana na Colômbia também foram isolados de várias espécies de simulídeos. Há também evidências de simulídeos transmitindo indiretamente o vírus da Hepatite B (Chanteau et al., 1993). Além disso, espécies de

protozoários do gênero *Leucocytozoon* que infectam aves são transmitidas por simulídeos, causando uma doença semelhante à malária (Adler e McCreadie, 2019). Outras doenças podem estar relacionadas à picada de simulídeos. O pênfigo foliáceo endêmico ou fogo selvagem é uma afecção cutânea potencialmente letal, autoimune e bolhosa que tem sido relacionada a picada de simulídeos. A doença foi registrada no Brasil. Outra doença possivelmente associada aos simulídeos é a púrpura trombocitopênica, um distúrbio no qual a contagem de plaquetas é reduzida (Eaton et al., 1998).

Romeo de León (1958) em seu estudo sobre a oncocercose na Guatemala, relata o potencial incômodo causado por simulídeos em uma área endêmica da doença, voltada para plantações. Era comum encontrar a presença do inseto até mesmo dentro das residências e outros abrigos onde houvesse a presença de luz diurna. Muitas pessoas encontravam-se com bandagens devido às reações em partes do corpo afetadas pela picada desses insetos, que foram identificados em sua maioria como *S. ochraceum*. Simulídeos podem causar prejuízos financeiros em diversos setores da economia. Os hábitos de alimentação sanguínea das fêmeas podem causar incômodos para os seres humanos e seus animais, resultando em perdas econômicas significativas em setores da sociedade, como agricultura, silvicultura e turismo. Simulídeos estão entre os poucos artrópodes descritos que mataram animais por alimentação excessiva de sangue e simuliotoxicose. Mesmo quando não picam, seu comportamento persistente pode criar um incômodo intolerável à medida que as fêmeas que procuram sangue penetram em orifícios corporais (Adler e McCreadie, 2019). Mortes de animais associadas a emergência em massa de simulídeos têm sido registradas, por um mecanismo de sufocamento devido a presença de simulídeos em passagens respiratórias dificultando a respiração dos animais. As mortes também foram atribuídas a infecções do trato respiratório causadas pela inalação de simulídeos. Além disso, por serem insetos hematófagos, os simulídeos são capazes de causar perda de sangue em animais e reação dos hospedeiros aos componentes mecânicos e químicos das picadas. Isso pode ainda matar grandes vertebrados através da perda de sangue ou através da intoxicação sistêmica causada por componentes da saliva – a condição conhecida como "simuliotoxicose" (Wilhelm et al., 1982, Adler e McCreadie, 2019). A emergência em massa de simulídeos gera um número muito grande de fêmeas que picam os animais intensamente injetando muita saliva/toxinas e conseqüentemente resultando em toxemia aguda, choque anafilático

e morte. Animais suscetíveis morrem em menos de 2h, sendo que alguma imunidade é observada em animais que vivem em áreas endêmicas. A natureza bioquímica da simuliotoxicose requer mais investigação. Dessa forma, os simúlideos são capazes de interromper gravemente as atividades de pastoreio, e tanto as perdas de leite quanto de peso estão frequentemente associadas à emergência em massa de adultos desses borrachudos (Watts,1975).

Perdas econômicas relacionadas a presença de simúlideos em áreas de lazer e turismo também já foram observadas. Por exemplo, Gray et al. (1996) calcularam perdas econômicas devido a ocorrência de simúlideos em um único campo de golfe no Estado da Carolina do Sul, EUA. O impacto econômico do incômodo destes insetos neste clube foi estimado em 27.202 dólares. Um programa de controle local foi feito entre o final do verão de 1994 até o outono de 1995, que reduziu a população de simúlideos adultos em 92 e 88% durante os respectivos anos. Já em outro estudo, Sariözkan et al. (2014) mostraram as perdas econômicas para a produção de gado e turismo, além de despesas de controle, associadas à emergência em massa de adultos de borrachudos em 2006-2007 na região da Capadócia, na Turquia.

2. JUSTIFICATIVA

Existem muitos estudos descrevendo o papel dos simúlideos na transmissão de patógenos nas Américas e na África. Além disso, o conhecimento a respeito de simuliotoxicose, impacto econômico no turismo e na produção animal têm sido destacados em outros continentes como Europa e América do Norte. Dessa forma, há necessidade de desvendar informações a respeito do incômodo dos simúlideos devido a emergência em massa de adultos e reações alérgicas em humanos na América do Sul. Atividades econômicas, turísticas e de lazer na beira dos rios podem ser impactadas pela presença de simúlideos, influenciando a qualidade de vida dos ribeirinhos e visitantes. Portanto, é importante a investigação do incômodo ocasionado por esses insetos para auxiliar a elaboração de possíveis ações de controle.

3. PERGUNTAS

Qual é a importância médica e econômica de simuliídeos antropofílicos além da transmissão de patógenos na América do Sul?

A simuliotoxicose está mais relacionada a espécies de simuliídeos que ocorrem na região norte na América do Sul?

Quais são as espécies de simuliídeos antropofílicas da América do Sul que apresentam maior potencial de incômodo a humanos?

O incômodo devido à emergência em massa de adultos de simuliídeos é um fenômeno restrito geograficamente na América do Sul?

HIPÓTESES

Registros de emergência em massa de adultos, simuliotoxicose e perdas econômicas devido ao incômodo causado por simuliídeos são raros na América do Sul.

Os registros existentes de simuliotoxicose na América do Sul são restritos a região Amazônica, coincidindo com a ocorrência de filarioses (oncocercose e mansonielose).

Simulium pertinax é a espécie de simuliídeo mais associada a simuliotoxicose e incômodo devido a emergência em massa de adultos, impactando mais as atividades econômicas e ecoturismo em regiões mais desenvolvidas ao Sul e Sudeste da América do Sul.

O incômodo devido a emergência em massa de adultos de simuliídeos é um fenômeno restrito geograficamente ocorrendo mais em áreas frias ao sul da América do Sul.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar as evidências relacionadas a importância médica e econômica de seis espécies nominais de simuliídeos antropofílico na América do Sul, além da transmissão de patógenos;

Específicos

Analisar evidências de simuliotoxicose em humanos e de associação geográfica desse agravo com regiões na América do Sul.

Analisar a ocorrência de emergência em massa de adultos de simuliídeos na América do Sul e sua associação com áreas de clima mais frio.

Ranquear seis espécies nominais de simuliídeos antropofílicas que ocorrem na América do Sul de acordo com critérios de “incômodo” devido a picada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de literatura com base nas 25 espécies de simuliídeos consideradas como pragas por Adler e McCreadie (2019). A partir desta lista, foram escolhidas 6 espécies nominais sinalizadas como ocorrentes na América do Sul. Estas espécies são: *Simulium amazonicum*; *Simulium jujuyense*; *Simulium ochraceum*; *Simulium oyapockense*; *Simulium pertinax* e *Simulium sanguineum*. As seguintes bases bibliográficas foram utilizadas nesta revisão: PubMed/Medline; Scopus/Elsevier; Google Scholar; LILACS; Repositórios teses/dissertações.

Foram empregadas 2 estratégias de buscas:

1. **Busca geral:** “Gênero espécie” (p.ex. “*Simulium pertinax*”) em qualquer lugar

do texto.

2. **Busca específica:** “Gênero espécie” (p.ex. “*Simulium pertinax*”) no título, resumo ou palavras-chave.

O critério de inclusão empregado considerou qualquer tipo de documento (indexado/revisado por pares ou não) publicado em qualquer data em Português, Inglês, Espanhol ou Francês, de acordo com as estratégias de buscas explicadas anteriormente:

- **Busca geral:** todos os documentos recuperados que continham alguma informação sobre importância médica ou econômica da espécie de interesse;
- **Busca específica:** todos os documentos recuperados.

E os documentos excluídos seguiram os critérios abaixo:

- **Busca geral:** documentos que não continham nenhuma informação sobre importância médica ou econômica da espécie de interesse.
- **Busca específica:** nenhum.

Além disso, alguns documentos adicionais foram incluídos: referências bibliográficas dos documentos incluídos; documentos que citaram algum dos documentos incluídos (Google Scholar) e documentos conhecidos por membros da equipe (Teses e dissertações; Trabalhos apresentados em reuniões científicas; Documentos da OPAS/OMS ou outras agências internacionais; Documentos de ministérios ou secretarias de saúde).

A triagem de documentos foi realizada na seguinte ordem:

1. Documentos recuperados em cada base bibliográfica e organizados em abas sinalizadas com suas respectivas bases no Excel de forma padronizada.

2. **a.** Todos os documentos listados anteriormente foram agregados em uma nova planilha individual, onde os documentos foram organizados em ordem alfabética crescente e excluídos os títulos em repetição primeiramente.
b. Em seguida, um novo filtro foi aplicado na coluna de autores para organizar em ordem alfabética crescente para identificação de títulos em repetição de documentos em outros idiomas e também eliminação de documentos que por algum motivo não foi notado no procedimento anterior.
3. Utilização dos critérios de inclusão/exclusão aos documentos recuperados nas 'buscas gerais' (os documentos da 'busca específica' foram incluídos também).
4. Leitura de títulos; exclusão de documentos claramente não relevantes e o restante foi mantido;
5. Leitura de resumos; exclusão de documentos claramente não relevantes e o restante foi mantido;
6. Leitura de texto completo; exclusão de documentos claramente não relevantes e o restante mantido.
7. Leitura de cada um dos documentos mantidos e extração de informação relevante de cada um, sobre: importância médica ou econômica da espécie de interesse.
8. Tabulação e avaliação das informações trabalhadas (Figura 1).

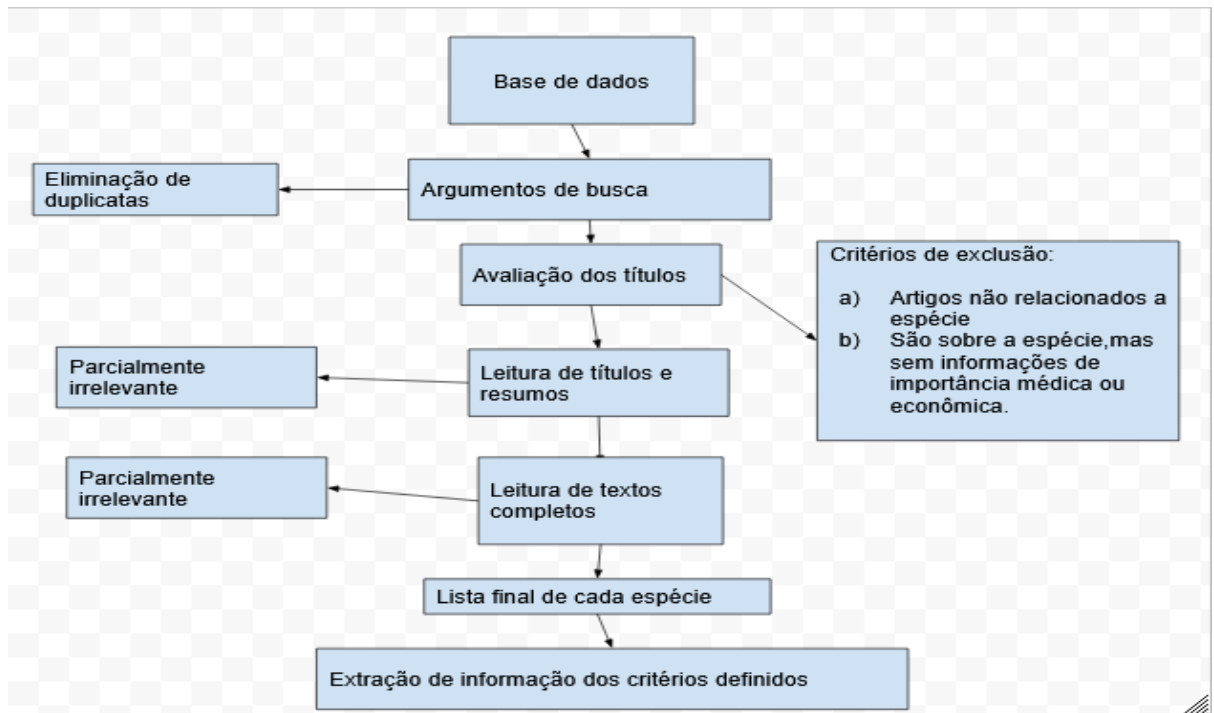


Figura 1. Representação da busca de dados utilizada no estudo.

Análise dos dados

Os artigos foram classificados em categorias de acordo com: a) espécies, b) importância (alergias/ simuliotoxicose, transmissão de patógenos, turismo e outras atividades ao ar livre) e c) décadas de publicação.

Os critérios abaixo foram utilizados para elaboração do ranking das seis espécies de simúlideos consideradas pragas aos humanos na América do Sul: antropofilia, emergência em massa de adultos, reações alérgicas/ simuliotoxicose, picadas em regiões superiores do corpo humano, alta taxa de picadas, sinantropia e pico bimodal de atividade dos simúlideos. Para cada espécie foram atribuídas notas (0/1) de acordo com evidência obtida na revisão a respeito do critério selecionado. Posteriormente, foi realizada a soma dos pontos e as espécies foram ranqueadas.

5. RESULTADOS

5.1 Análise descritiva dos documentos

Foram encontrados 2417 documentos nas bases descritas, a maioria relacionada a *S. ochraceum* (Figura 2). Após o levantamento inicial, os documentos foram triados para eliminação de duplicatas, reduzindo assim para 1023 documentos.

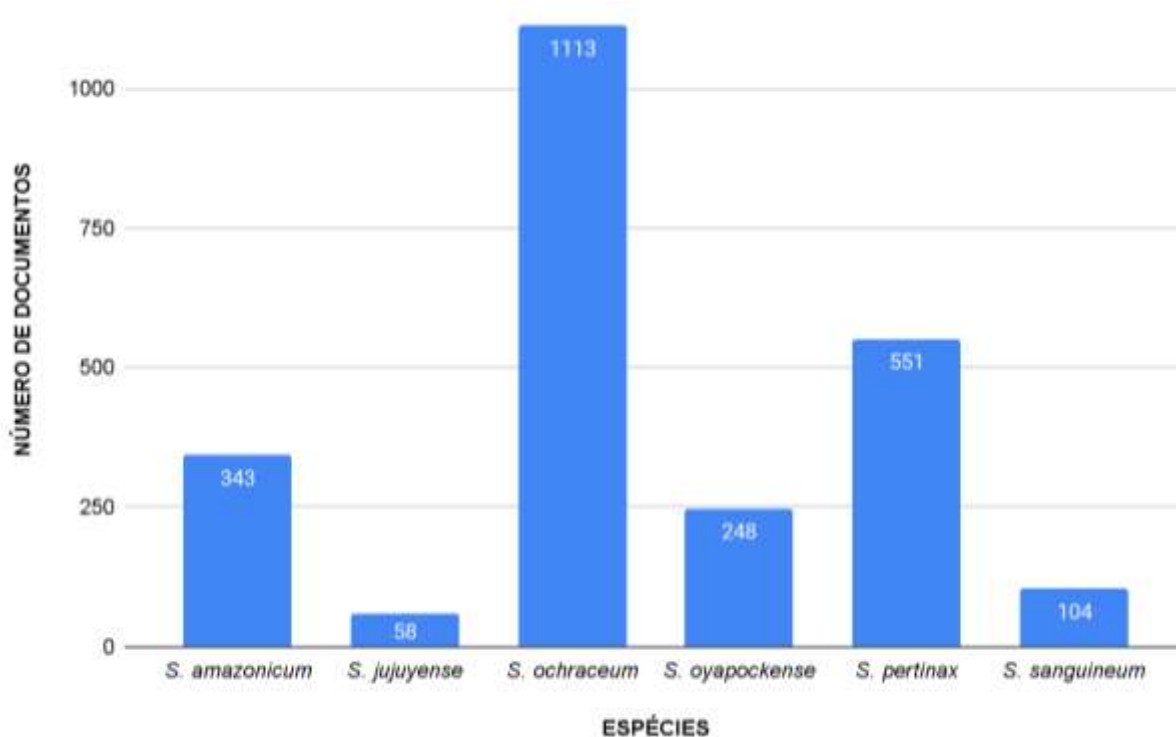


Figura 2. Levantamento inicial de documentos relacionados às espécies de simulídeos investigadas na América do Sul. Os números nas barras indicam a quantidade de documentos obtidos por espécie.

Foram considerados um total de 62 documentos dos 1023 obtidos (6%) que atendessem às informações relacionadas a importância médica e econômica dos simulídeos, além da transmissão de patógenos. A distribuição dos artigos selecionados por espécies mostra que a maioria dos artigos foram relacionados a *S. pertinax* (Figura 3).

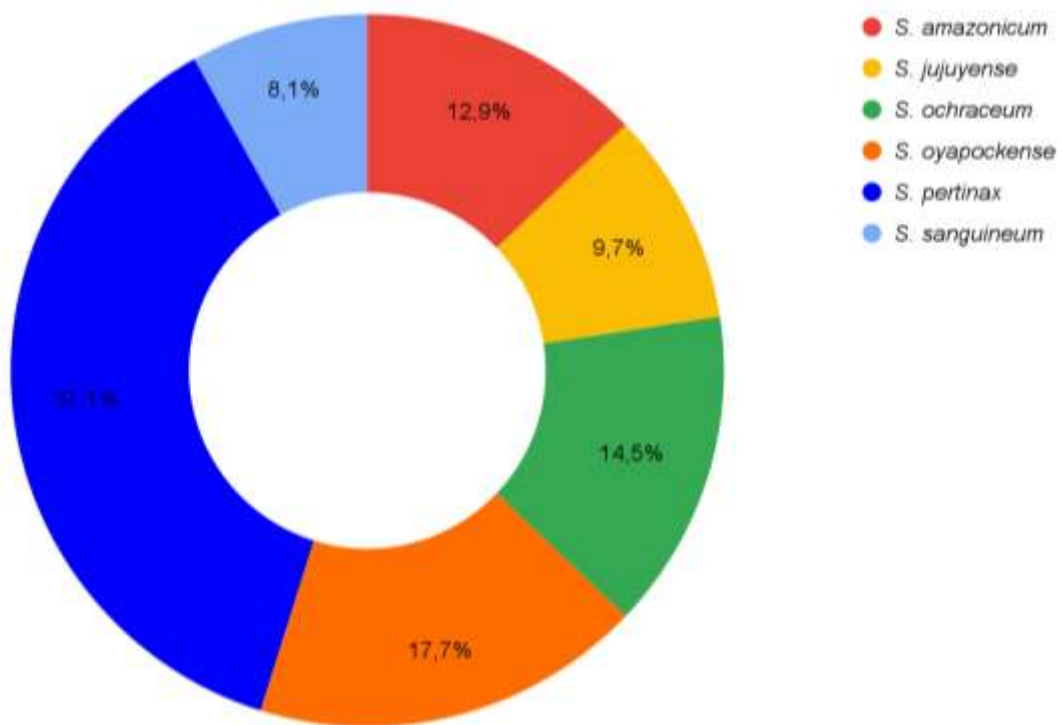


Figura 3. Distribuição de documentos com informações selecionadas para revisão por espécies de simulídeos investigados na América do Sul.

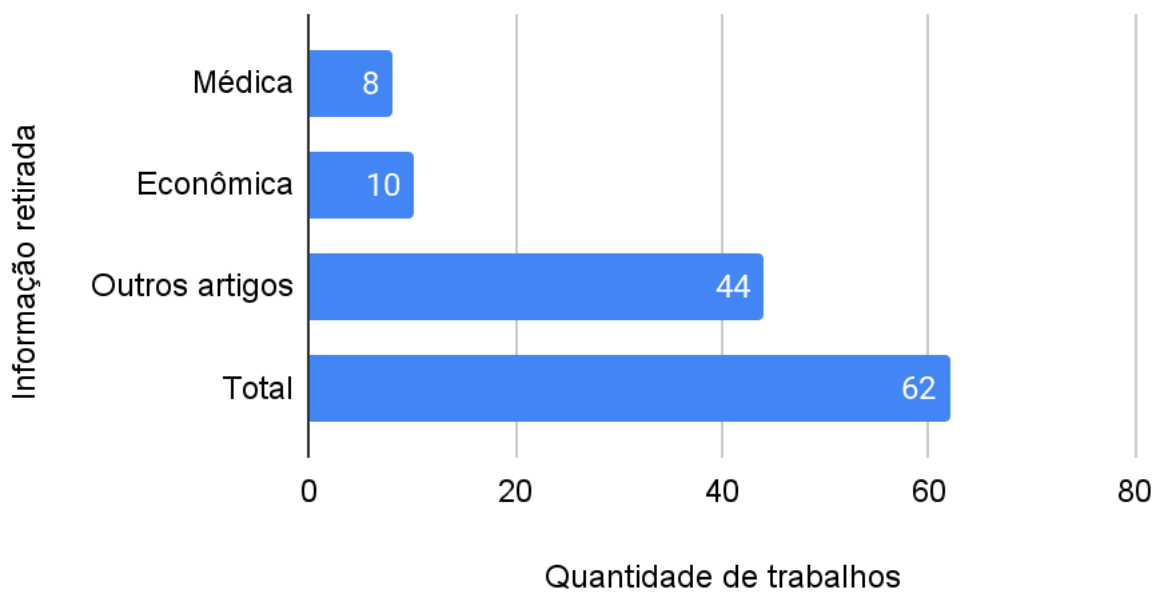


Figura 4. Quantidade de trabalhos utilizados neste estudo com ênfase na importância médica e econômica dos simulídeos, além da transmissão de patógenos.

A figura 4 mostra a quantidade de artigos de acordo com importância médica e econômica de simuliídeos antropofílicos além da transmissão de patógenos. Observa-se que em proporção ao total de documentos utilizados (62), os documentos diretamente relacionados à importância médica e econômica dos simuliídeos equivalem a menos de 30% do total. A maioria dos estudos não explicitava diretamente alergias/ simuliotoxicose, incômodos devido à emergência em massa de adultos ou impactos no turismo. De forma geral, comentavam a importância médica dos simuliídeos mas não traziam dados brutos para quantificar essa importância; os artigos incluídos na categoria de “outros” traziam informações gerais sobre as espécies como: distribuição geográfica, taxas de picadas e sazonalidade por exemplo.

De acordo com a tabela 1 observa-se que o incômodo devido à emergência em massa de adultos não é um fenômeno restrito geograficamente, pois ocorreu tanto por *S. amazonicum* na região amazônica quanto por *S. pertinax* ao sul da América do Sul. Na Amazônia, a Febre Hemorrágica de Altamira tem sido associada a picada de *S. amazonicum*, causando uma síndrome cutânea hemorrágica que pode ser fatal em crianças. Na Argentina *S. pertinax* costuma aparecer em massa nos meses da primavera em cidades distantes a 500 km aproximadamente, como a cidade de Santa Fé.

Em relação à produção de estudos relacionados à temática deste trabalho, observa-se que há um constante aumento de produção literária por volta da década de 1970. O período de 2010 a 2019 representa a maior quantidade de documentos obtidos (Figura 5). A análise dos documentos relacionados aos temas e espécies de simuliídeos investigados mostrou que *S. pertinax* é a espécie de simuliídeo com maior importância médica e econômica na América do Sul (Figura 6).

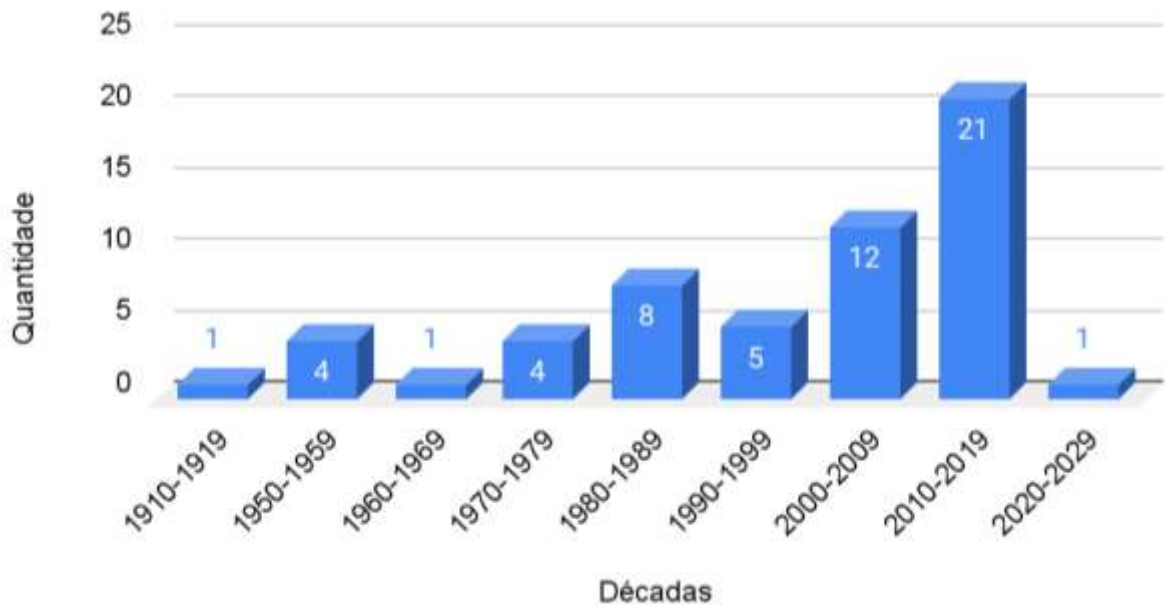


Figura 5. Quantidade de documentos produzidos para revisão por espécies de simúlideos investigados na América do Sul por décadas.

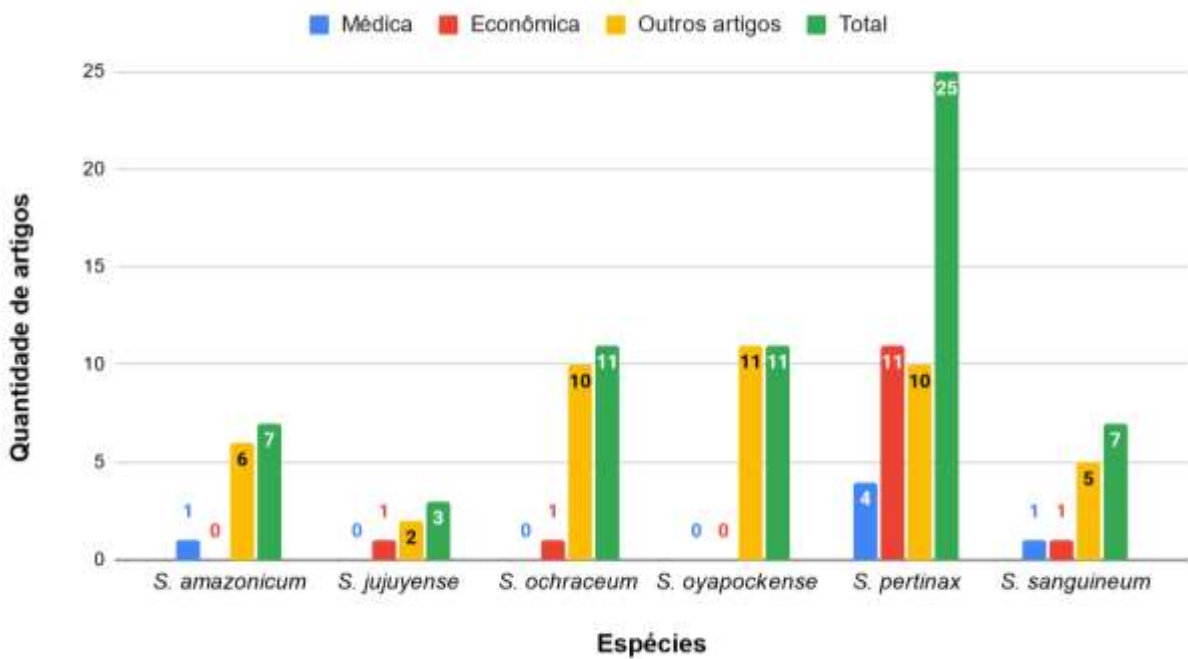


Figura 6. Quantidade de documentos relacionados aos temas e espécies de simúlideos investigados.

5.2 Importância das espécies na América do Sul

5.2.1 *Simulium amazonicum*

De acordo com Adler e McCreddie (2019), *S. amazonicum* é encontrada na Amazônia, principalmente no Brasil, Colômbia e Venezuela. Durante coletas de simuliídeos utilizando a técnica de captura com isca humana, *S. amazonicum* apresentou picos de atividade entre 7 e 8h e entre 15 e 18h (Shelley; Finger e Moraes, 1982). Esta espécie apresenta uma maior ocorrência nos meses mais chuvosos na região amazônica, entre janeiro a junho, o que também é observado de acordo com a percepção dos moradores da cidade de Codajás, no Estado de Amazonas (Cerqueira, 1959; Medeiros e Py-Daniel, 2004).

Em uma das mais importantes expedições científicas pelo Brasil, Lutz (1917) já relatava a presença deste inseto na região detalhando o incômodo causado ao homem principalmente entre os viajantes em canoas nos rios encachoeirados. Shelley e Shelley (1976), em um estudo investigativo sobre a transmissão de *M. ozzardi* no sul do Estado do Amazonas, registraram 835 mosquitos por homem por dia, considerando uma taxa muito alta de picadas. A Febre Hemorrágica de Altamira (SHA) foi descrita no Brasil como uma síndrome cutânea hemorrágica que pode ser fatal em crianças. Uma possível causa da doença é relacionada às substâncias contidas na saliva de *S. amazonicum* durante uma emergência em massa (Harwood; James, 1979; Rodhain; Perez, 1985 apud Jacobs, 1991). De acordo com Gouveia (1991), a SHA é causada por muitas picadas de simuliídeos que provocam lesões disseminadas e alterações de coagulação sistêmicas. Cerca de 30 casos de SHA foram registrados na Amazônia entre 1988 e 1991, os quais foram tratados com corticoides. A presente revisão não detectou estudos com casos de SHA nos últimos anos.

5.2.2 *Simulium jujuyense*

Simulium jujuyense está presente na Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador, Paraguai, Uruguai, Brasil e Trinidad (Amaral, 2012; Carro, 2012). Na província de La

Pampa, Argentina, Diez (2012) mostrou que um grande empreendimento turístico foi afetado por simulídeos. Foi possível determinar a presença de *S. jujuyense* adultos em janeiro e fevereiro, meses mais quentes do ano na região. Em Tocantins, Brasil, a espécie foi mais frequente nos meses de outubro e dezembro (Amaral 2012). *S. jujuyense* prefere picar a região do rosto e membros anteriores em humanos e a região do abdômen em equinos (Diez 2012).

Diez (2012) percebeu que a atividade hematofágica dos simulídeos na Argentina ocasionou impactos negativos em empreendimento devido às incômodas picadas. Coscarón-Arias (1999) relata também de ataques de simulídeos em outra região argentina, onde as áreas recreativas estavam sendo preteridas por frequentadores devido aos incômodos causados por *S. jujuyense*. Nenhuma informação foi encontrada sobre toxicose relacionada a *S. jujuyense*.

5.2.3 *Simulium ochraceum*

Simulium ochraceum ocorre em altitudes de 900 a 1300 metros acima do mar (Ogata, 2015). São capazes de se reproduzirem tanto em baixas e altas altitudes quanto em pequenos riachos com densa vegetação (Takaoka, 1994). Podem ter um alcance de voo de aproximadamente 10 km (Dalmat, 1952). É uma espécie altamente antropofílica, atingindo taxas de 1000 picadas por hora (Shelley, 1988). Apresenta padrão de hematofagia bimodal, atingindo os picos de picadas na manhã entre 8 às 10 horas ou até mesmo entre as 7 às 9 horas da manhã e o segundo pico ao anoitecer (Dalmat, 1955; Collins et al., 1981; Takaoka, 1994). *S. ochraceum* pode ocorrer durante todo o ano, porém apresenta picos de abundância entre janeiro e fevereiro na estação de seca e um pico na estação chuvosa em agosto (Dalmat, 1955; Ogata, 2015)

Simulium ochraceum tem preferência em picar as partes superiores do corpo humano, principalmente a cabeça (Romeo de León, 1958; Nelson, 1970; Ogata, 2015). De Leon (1966) em outro estudo justifica a possível preferência em picar a região da cabeça, onde as microfilárias são encontradas em maior concentração. Segundo Shelley (Dalmat, 1955; Shelley, 1988a; Shelley et al, 1989 apud Shelley et

al., 2002), *S. ochraceum* pode variar o nível de incômodo conforme a localidade. É extremamente antropofílica em boa parte da América do Sul, porém a mesma pode ser principalmente zoofílica, raramente picando o homem, como acontece no Equador e em ilhas do Caribe.

5.2.4 *Simulium oyapockense*

Conhecida como umas das mais comuns espécies antropofílicas, *S. oyapockense* está presente nas regiões Norte, Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil e também em países como Bolívia, Colômbia, Venezuela, Equador, Paraguai, Uruguai e Guianas (Shelley, 1988; Pepinelli, 2008). São comuns em terras mais baixas (150 a 250 metros acima do mar) e ocasionalmente em altitudes mais elevadas (Moraes, 1991; Grillet et al., 2001). Mesmo em regiões de matas, a espécie pode ser presente em áreas modificadas e ocupadas pelo homem (Pepinelli 2008; Zampiva, 2013).

Simulium oyapockense apresentou alta taxa de picadas variando entre 400 a 500 picadas por homem-hora na Bacia Amazônica (Crosskey, 1993) valores maiores que os observados por Silva et al (2022), que relataram taxas de 38 a 294 picadas por hora. Valente (2014) ressalta também a importância da presença abundante registrada em áreas do rio Manso, com 900 simuliídeos/hora de captura.

Sobre o horário de atividade hematofágica de *S. oyapockense*, Shelley (1988) afirma: “a picada ocorre ao longo do dia com picos de atividade pela manhã e à tarde”. Os picos bimodais podem ser observados entre os horários de 8 e 9 horas pela manhã e entre as 14 e 17 horas à tarde, mas que podem sofrer alterações ao decorrer do ano conforme variação de estação climática (Shelley et al., 1987; Ríos-Velásquez et al., 2003; Medeiros et al., 2006).

Foi observado o *S. oyapockense* apresenta números elevados de abundância em meses mais secos, inclusive após a estação chuvosa, pois há uma oferta maior de substratos que o auxiliarão a completar o ciclo de vida (Grillet et al., 2001; Valente,

2014). Segundo Shelley (1988), os locais preferidos para picadas desta espécie em humanos são todas as partes expostas do corpo, principalmente áreas acima da cintura. Nenhuma informação foi encontrada sobre toxicose relacionada a *S. oyapockense*.

5.2.5 *Simulium pertinax*

Simulium pertinax apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, mas é mais registrada nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Está presente também em outros países sul-americanos como Bolívia, Argentina e Paraguai (Pepinelli, 2008; Carro, 2012). Figueiró e Gil-Azevedo (2010) observam que este simúlideo apesar de ser considerado uma peste devido ao incômodo causado pelas picadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, nem sempre picam em outras regiões do país. Pode dispersar-se por até 4 Km (Castello Branco Jr, 1994 apud Aranda, 2017).

As larvas desta espécie costumam se desenvolver em águas limpas e de correntezas moderadas e fixam-se em vegetações aquáticas ou outros substratos. Apesar desse ambiente preferencial, alguns estudos têm mostrado que a espécie pode adaptar-se em águas poluídas que recebem dejetos orgânicos (Santos e Lopes, 2010; Hentges, 2016; Novicki, 2017; Menzel, 2019) o que influencia a presença desses simúlideos em áreas antropizadas e a chance de picar humanos e causar incômodo. Aranda (2017) mostrou uma predominância de *S. pertinax* em janeiro e agosto e maior abundância na primavera. Tal abundância na primavera também corresponde com a observação feita por Cóscaron (1969), com “nuvens” de simúlideos dessa espécie incomodando pessoas na cidade argentina de Corrientes. Em um estudo feito por Maria-Herzog et al. (1988), a espécie apresentou o pico de incidência em setembro, e abundância também em junho, picando preferencialmente as pernas de humanos.

Em uma das memórias de Adolf Lutz, no início do século XX, já havia relatos de pessoas atacadas por simúlideos que morreram provavelmente em decorrência de reações alérgicas (Benchimol e Sá, 2006). Há também uma possível relação entre

S. pertinax e a doença do Fogo Selvagem, ou também conhecida como Pênfigo Foliáceo Brasileiro. Acredita-se que possa ser devido a substâncias na saliva do inseto que desencadeiam alguma reação na pele (Lombardi et al., 1992 apud Ito, 2004). Mesmo com a suspeita, não existem casos registrados do Fogo Selvagem em regiões onde existem apenas *S. pertinax* como possível vetor (Leme e Coimbra, 1975). Entretanto, Wambier et al. (2017) relataram um caso de pemphigus vulgaris em um paciente no Brasil. O paciente levou alguns exemplares que posteriormente foram identificados como da espécie *S. pertinax*, reacendendo a possível relação dessa manifestação patológica com simuliídeos. *Simulium pertinax* também foi associado a hanseníase na década de 1950. Grenier encontrou *Mycobacterium leprae* em simuliídeos da espécie em regiões endêmicas da doença no Brasil (Grenier, 1953 apud Villanúa-Inglada et al., 2013).

Ribeiro (2018) relata que os incômodos causados por simuliídeos têm aumentado em diversas localidades do Brasil, principalmente em lugares que anteriormente não eram percebidos, muito provavelmente por consequências de alterações realizadas pelo homem ao invadir áreas preservadas para o progresso das atividades de campo e também do avanço de cidades, como nos Estados de Goiás e Tocantins.

Na região Sul, algumas cidades já demonstraram preocupação com o desenvolvimento socioeconômico da região como o turismo rural em Joinville (Silva, 2007), turismo de veraneio no município litorâneo de Itapema (Torres, 2009), comunidades ribeirinhas no litoral do Estado do Espírito Santo (Pedroso-de-Paula e Branco, 2000), poluição das águas devido no Alto Vale do Itajaí (Tamassia, 2011). Na Serra Gaúcha, por exemplo, ocorreu uma grande emergência em massa de adultos de *S. pertinax* e outros simuliídeos na região que ocasionou o êxodo rural e desvalorização de terras (Gobatto, 2014; Milanez, 2017).

O litoral paulista também possui alguns estudos que são motivados também pela preocupação do incômodo de simuliídeos aos moradores tanto permanentes, quanto à população temporária de turistas, que muitas vezes quadruplicam a população local (Maria-Herzog et al., 1988). Em Ilhabela, foi feita uma investigação para estimar a tolerância às picadas de simuliídeos que as pessoas suportavam no dia, para determinarem até onde poderia ser um nível aceitável e também para sugerir

medidas de controle contra esta praga (Andrade, 2011). Em Curitiba, numa empresa de agronegócios e eventos, foi documentado o incômodo causado pelos simulídeos presentes como também o controle orientado e aplicado no empreendimento, servindo como lição para continuidade da manutenção do controle integrado (Petry et al., 2004). Outros relatos não recebem a devida atenção e não são documentados oficialmente. Nas Cataratas do Iguazu, Jujuy, Termas de Reyes e outras regiões com águas de correnteza bastante visitadas na Argentina há relato de incômodo constante devido a picada de simulídeos (Andrade, 2011), porém sem quantificação das perdas causadas pelo incômodo.

5.2.6 *Simulium sanguineum*

A espécie *S. sanguineum* ocorre na região noroeste da América do Sul (Adler e McCreddie, 2019). De acordo com Galindo (1978), a espécie apresenta uma frequência de picadas constante acima do nível de praga (65 por homem-hora) durante a luz diurna, e aumentando a frequência de picadas ao nascer do Sol e no meio da tarde, e que reduz bruscamente no por do Sol. Um padrão bimodal de picadas foi verificado por Lacey (1981) e que pode apresentar até 3 picos de ataques durante o dia dependendo da época do ano (Lacey e Charlwood, 1980).

Durante os meses mais secos, *S. sanguineum* apresenta uma maior atividade de picadas, também sendo a época em que são mais numerosos no ambiente. Tal aumento está relacionado com o término do período chuvoso onde as águas se tornam mais tranquilas e o nível abaixa (Lacey e Charlwood, 1980; Tidwell; Tidwell; Muñoz de Hoyos, 1980; Lacey, 1981). Galindo (1978) relaciona a alta densidade de simulídeos na bacia superior do Chucunaque, Panamá com a doença “Pinta”, mostrando preocupação com a doença se espalhar rapidamente para a população indígena local.

No Parque Nacional da Amazônia, os habitantes apresentam uma grande tolerância ao número elevado de picadas dos simulídeos, porém os visitantes sofrem reações alérgicas variadas. Essas reações em casos extremos podem ocasionar até

mortes. Os habitantes do parque contaram relatos da pele ficar parecida com couro devido às intensidades das picadas dos simúlídeos no parque. Também existe a preocupação com a Síndrome Hemorrágica de Altamira (Lacey, 1981). O potencial risco de reações alérgicas em pessoas que não suportam picadas de borrachudos pode ser elevado em razão de novos acessos às áreas que anteriormente eram menos frequentadas, como a estrada Transamazônica.

5.3 Ranking das espécies consideradas como pragas na América do Sul

Dentre as seis espécies nominais de simúlídeos antropofílicas da América do Sul selecionadas no estudo, as que apresentaram maior potencial de incômodo a humanos foram *S. amazonicum* e *S. ochraceum* devido a maior pontuação nos critérios (Tabela 1). Em seguida, *S. oyapockense* e *S. sanguineum* atenderam a boa parte dos critérios propostos, seguidos por *S. pertinax*. *S. jujuyense* pontuou somente no critério de antropofilia. Além disso, todas as espécies avaliadas apresentaram indícios de sinantropismo. Nenhuma espécie atingiu todos os critérios propostos e contidos na tabela de ranking.

Tabela 1. Ranking de incômodo conforme critérios selecionados e registrados na literatura presente neste estudo.

Critérios de incômodo								
Espécie	Antropofilia	Emergência em massa de adultos	Reações alérgicas/toxicose	Picadas em regiões superiores	Alta taxa de picadas	Sinantropia	Pico bimodal	Total
<i>S. amazonicum</i>	1	1	1	0	1	1	1	6
<i>S. jujuyense</i>	1	0	0	1	0	1	0	3
<i>S. ochraceum</i>	1	0	1	1	1	1	1	6
<i>S. oyapockense</i>	1	0	0	1	1	1	1	5
<i>S. pertinax</i>	1	1	1	0	0	1	0	4
<i>S. sanguineum</i>	1	0	1	0	1	1	1	5

Discussão

Baseado nos resultados obtidos, o presente estudo sugere que: 1) existem poucos estudos relacionados à importância econômica e médica das espécies de simuliídeos antropofílicas da América do Sul, além da transmissão de patógenos; 2) os registros de incômodo devido a picada de simuliídeos são frequentes na América do Sul para algumas dessas espécies, mas a emergência em massa de adultos e simuliotoxicose são raros; 3) os registros raros de reações alérgicas intensas provavelmente associadas a simuliídeos ocorreram no norte e sul da América do Sul a partir de *S. amazonicum* e *S. pertinax*, respectivamente; 4) O incômodo devido a emergência em massa de adultos de simuliídeos também foi observado para *S. amazonicum* e *S. pertinax*, as quais apresentaram mais critérios de incômodo.

De todo o volume inicial de documentos obtidos, havia uma expectativa de uma maior proporção de trabalhos relacionados à importância médica e econômica de simuliídeos, além da transmissão de patógenos na América do Sul. Alguns estudos como o de Lacey (1981) até demonstram de modo superficial a preocupação com o impacto causado diretamente em atividades turísticas a nível econômico e médico na

Amazônia, mas sem gerar dados concretos sobre esses impactos. Diez (2012) e Petry et al. (2004) relataram impactos causados em empreendimentos turísticos, porém também carecem de dados mais quantificados que ajudassem a dimensionar os impactos nos empreendimentos em questão. As perdas monetárias relacionadas aos simulídeos não estão bem documentadas, mas podem ser relevantes. As indústrias de carne bovina e de laticínios de Saskatchewan, por exemplo, perderam mais de US\$ 3 milhões em 1978 devido a emergência em massa de *Simulium luggeri* (Fredeen, 1985). Na primavera de 1993, a indústria de avestruzes e emas perdeu cerca de US\$ 1,5 milhão ao longo do rio Trinity, no leste do Texas, como resultado de ataques de simulídeos (Sanford et al., 1993). A morte de uma única ave exótica devido a hematofagia por simulídeos resultou em grande impacto econômico (Mock e Adler, 2002).

Todas as espécies de simulídeos presentes neste estudo possuem elevada importância devido ao hábito das fêmeas se alimentarem de sangue humano. Este comportamento é responsável pelo incômodo causado na América do Sul, chegando a níveis intoleráveis para pessoas alérgicas a picadas de insetos (Simon, 2000). A maioria das espécies apresentou um padrão bimodal de pico de ataques aos humanos, nas primeiras horas do amanhecer e também próximo do crepúsculo (Dalmat, 1955; Collins et al., 1981; Lacey, 1981; Takaoka, 1994). Nestes picos, os simulídeos apresentaram uma alta taxa de picadas, geralmente mais de 100 picadas por hora. Percebe-se que as espécies analisadas têm alta capacidade de incomodar humanos seja pelo padrão bimodal como pela alta taxa de picadas (Shelley e Shelley, 1976; Crosskey, 1993; Valente 2014; Silva et al., 2022).

Algumas espécies apresentaram adaptação de reprodução em águas mais turvas ou até mesmo poluídas como o *S. jujuyense* e *S. pertinax*, respectivamente (Santos e Lopes, 2010; Diez, 2012; Hentges, 2016; Novicki, 2017; Menzel, 2019). Fato que pode ocasionar uma presença maior em áreas mais antropizadas. Podem apresentar preferências em picar determinadas partes do corpo humano, principalmente partes inferiores, mas também picam qualquer outra parte do corpo que esteja desprotegida.

Além da transmissão dos patógenos já confirmados como *M. ozzardi* e *O. volvulus*, outras doenças com possível relação com substâncias da saliva de simulídeos foram associadas a determinadas espécies. Na região amazônica, a Febre

Hemorrágica de Altamira foi associada a *S. amazonicum* (Harwood; James, 1979; Rodhain; Perez, 1985 apud Jacobs, 1991). O Pênfigo Foliáceo Brasileiro esteve relacionado a *S. pertinax* por alguns anos porém não existem evidências suficientes para confirmar uma associação direta. Além disso, na década de 1950, *S. pertinax* também foi incriminado com possível vetor mecânico de *Mycobacterium leprae* no Brasil (Grenier, 1953 apud Villanúa-Inglada et al., 2013). Assim como o *S. pertinax* foi relacionado com hanseníase, no Panamá *S. sanguineum* foi relacionado a transmissão da doença chamada “Pinta”, provavelmente devido a possibilidade de uma transmissão mecânica também (Galindo, 1978). Dessa forma percebe-se que algumas espécies de simulídeos da América do Sul estão associadas a reações alérgicas que podem provocar alterações sistêmicas e casos graves.

Simulium amazonicum, *S. ochraceum* e *S. pertinax* podem ser considerados como os principais simulídeos que incomodam humanos na América do Sul, principalmente no Brasil, onde há mais documentos que mostram evidências que relacionam estas espécies com transmissão de doenças (Harwood; James, 1979; Rodhain; Perez, 1985 apud Jacobs, 1991) e reações alérgicas (Romeo de León 1958; Lacey, 1981; Benchimol e Sá, 2006). Essas espécies estão mais próximas do convívio humano, o que pode justificar uma maior percepção pela população. Adicionalmente, são espécies que foram relatadas com emergência em massa de adultos (Cóscaron, 1969; Harwood; James, 1979; Rodhain; Perez, 1985 apud Jacobs, 1991). Alguns casos de picadas de simulídeos em atividades turísticas foram oficialmente documentados, como o caso do Parque Nacional da Amazônia, onde é possível ver a preocupação da maior densidade de insetos coincidindo com a época de maior visitação ao parque (Lacey, 1981). Não foram encontradas muitas evidências de emergência em massa de simulídeos e simuliotoxicose na América do Sul. O fenômeno é bem conhecido em outros continentes. Uma grande emergência em massa de simulídeos resultou na morte de ~ 22.000 animais em 1923 nas margens do rio Danúbio, na Europa (Ciurea e Dinulescu, 1924). Nas pradarias canadenses, milhares de bovinos foram mortos devido a presença de simulídeos (*S. vampirum*). Muitos animais também foram mortos devido a hematofagia intensa por simulídeos da espécie *Cnephia pecuarum* nos Estados Unidos durante e imediatamente após a Guerra Civil (Riley, 1887).

Uma limitação do estudo é que mesmo utilizando um grande volume de documentos disponíveis, substancialmente no Brasil, é possível que alguns não tenham sido acessados deixando de detectar informações relevantes ao tema proposto. Não encontramos dados suficientes que evidenciassem registros de simuliotoxicose em humanos assim como casos de perdas agropecuárias devido a esta condição. Apesar de elaborarmos um ranking conforme critérios que possam apontar espécies com maior nível de incômodo como apresentamos aqui, principalmente *S. amazonicum* e *S. ochraceum*, o mesmo ranking poderá sofrer alterações no futuro de acordo com novos estudos que apresentem mais detalhes sobre ecologia, importância médica e econômica das referidas espécies presentes neste estudo. Salientamos também que não é possível determinar mais informações de incômodos relacionados à emergência em massa de adultos destas espécies de simúlideos, pois os poucos registros que explicitam este fenômeno são registrados nas espécies *S. amazonicum* e *S. pertinax*, mas que provavelmente possam ocorrer também com as outras espécies. Sabemos que as espécies investigadas neste estudo podem ter espécies sinônimas devido a discussões taxonômicas de outros especialistas, porém foi mantida a ideia inicial de utilizar como referência a lista de espécies sugeridas por Adler e McCreadie, (2019) como pragas aos humanos. Dessa forma, este estudo deverá ser atualizado após resolução de questões taxonômicas desse grupo de simúlideos assim como descoberta novas evidências do impacto médico e econômico das espécies da América do Sul.

Os relatos de incômodo devido a picada e impactos econômicos causados por simúlideos são citados de maneira vaga nos artigos publicados na América do Sul. Nenhum estudo analisado mostrou o impacto econômico do incômodo destes insetos, como realizado por Gray et al. (1996) na América do Norte ou Sariözka et al. (2014) na Europa. Essa informação seria muito relevante para avaliar a situação na América do Sul. Dessa forma, esperamos que o tema receba maior atenção para nortear futuros estudos mostrando em dados quantificados os impactos causados por simúlideos nas atividades econômicas, principalmente no turismo. Muitos prejuízos causados são relatados de forma informal. Com a mensuração do impacto econômico, soluções de controle poderão ser executadas de forma mais adequada. O controle de simúlideos tem sido realizado com inseticidas (metoxicloro e temefós),

bactérias entomopatogênicas (*Bacillus thuringiensis* var. *israelenses* - Bti), controle físico do habitat de reprodução (raspagem das larvas nos habitats). Além disso há prevenção com proteção individual para humanos (uso de repelentes) e animais (fumaça densa, aplicação de substâncias repelentes e o uso de abrigos).

Conclusão

Concluimos que existem problemas relevantes causados por simúlideos além da transmissão dos patógenos *O. volvulus* e *M. ozzardi* na América do Sul. A revisão permitiu evidenciar que os registros de incômodo devido a picada de simúlideos ocorrem na América do Sul, porém registros bem documentados de emergência em massa de adultos desses insetos e de simuliotoxicose foram raros porém não restritos, ocorrendo no norte e sul do continente a partir de *S. amazonicum* e *S. pertinax*, as quais apresentaram mais critérios de incômodo. Evidenciamos a existência de poucos estudos relacionados à importância econômica e médica das espécies de simúlideos antropofílicos da América do Sul, além da transmissão de patógenos.

Referências Bibliográficas

- Adler PH, Crosskey RW (2018). World blackflies (Diptera:Simuliidae): A comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory.
- Adler PH, McCreddie, JW (2019). Black flies (Simuliidae). Medical and Veterinary Entomology (pp. 237-259). Academic Press.
- Amaral AMRD (2012). Diversidade e aspectos bioecológicos de simuliídeos (Diptera: Simuliidae) que ocorrem nos municípios adjacentes a construção da usina Hidrelétrica de Peixe-Angical, TO, Brasil. 237f. Tese - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Andrade CFS (2011). Environmental Education: A Key Factor in Urban Pest Control Programs. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Urban Pests* (pp. 343-349).
- Aranda AT (2017). Composição e distribuição da simuliofauna (Diptera:Simuliidae) em remanescente de mata atlântica no zoneamento ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Saúde)-Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
- Benchimol JL, Sá MR (2006). Adolpho Lutz: obra completa. v. 2, livro 4: Entomologia/Entomology. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.
- Carro KB (2012). Influência de fatores ambientais em diferentes escalas espaciais sobre a distribuição de Simuliídeos (Diptera: Nematocera) em córregos tropicais. 91 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo
- Cerqueira NL (1959). Sobre a transmissão da *Mansonella ozzardi* 1a e 2a notas (Trabalho do Inpa). *Jornal Brasileiro de Medicina*, 1(7): 885-914.
- Chanteau S, Sechan Y, Moulia-Pelat JP, Luquiaud P, Spiegel A, Boutin JP, et al. (1993). The blackfly *Simulium buissoni* and infection by hepatitis B virus on a holoendemic island of the Marquesas Archipelago in French Polynesia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 48, 763e770.
- Ciurea I, Dinulescu G (1924). Ravages causés par la mouche de Goloubatz en Roumanie; des attaques contre les animaux et contre l'homme. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 18, 323e342.
- Collins RC, Merino ME, Cupp EW (1981). Seasonal trends and diurnal patterns of man-biting activity of four species of Guatemalan black flies (Simuliidae). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; 30(3): 728–733.
- Coscarón-Arias CL (1999). Control of black flies (Simulidae, Culicoidea, Diptera) and their control in the valley of Río Negro and Neuquén, Argentina. *Revista de la*

- Sociedad Entomológica Argentina, 58(1-2).
- Coscaron S (1969). New data concerning the sanitary importance of Simuliids. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, 31(1-4).
- Crosskey RW (1993). Blackflies (Simuliidae). In *Medical insects and arachnids* (pp. 241-287). Springer, Dordrecht.
- Dalmat HT (1955). The black flies (Diptera, Simuliidae) of Guatemala and their role as vectors of onchocerciasis. *Smithsonian Miscellaneous Collections*.
- Dalmat HT (1952). Longevity and further flight range studies on the blackflies (Diptera, Simuliidae), with the use of dye markers. *Annals of the Entomological Society of America*, 45(1), 23-37.
- De Leon JR, Duke BOL (1966). Experimental studies on the transmission of Guatemalan and West African strains of *Onchocerca volvulus* by *Simulium ochraceum*, *S. metallicum* and *S. callidum*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 60(6), 735–752. doi:10.1016/0035-9203(66)90223-9
- Diez F (2012). Control de paquitas (Diptera: Simuliidae) en Villa Turística Casa de Piedra, Provincia de la Pampa. La Pampa, Argentina:Consejo Federal de Inversiones.
- Eaton DP, Diaz LA, Hans-Filho G, Santos VD, Aoki V, Friedman H, et al (1998). Comparison of Black Fly Species (Diptera: Simuliidae) on an Amerindian Reservation with a High Prevalence of Fogo Selvagem to Neighboring Disease-Free Sites in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *J Med Entomol.* 1º de março de 1998;35(2):120–31.
- Figueiró R, Gil-Azevedo LH (2010). The role of neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae) as vectors on the onchocerciasis: a short overview of the ecology behind the disease.
- Fredeen FJH (1985). Some economic effects of outbreaks of black flies (*Simulium luggeri* Nicholson & Mickel) in Saskatchewan. *Quaestiones Entomologicae*, 21, 175 e 208.
- Galindo P (1978). Assessment of the Biohazards of the Blackfly Problem in Northeastern Panama, Including Possible Presence of Onchocerciasis. *Gorgas memorial lab balboa heights canal zone*.
- Gobatto V (2014). Isolamento, avaliação e caracterização de *Bacillus thuringiensis*, com potencial para controle de diptera e lepidoptera. Dissertação - Mestrado Acadêmico em Biotecnologia. Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.
- Gouveia GFD (1991). Incidência do número de casos de síndrome hemorrágica em Altamira no período de 1988-91. *Jornal Brasileiro de Medicina*, 30-32.

- Gray EW, Adler PH, Noblet R (1996). Economic impact of black flies (Diptera: Simuliidae) in South Carolina and development of a localized suppression program. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 12(4), 676-678.
- Grillet ME, Basáñez MG, Vivas-Martínez S, Villamizar N, Frontado H, Cortez J, ... Botto C (2001). Human onchocerciasis in the Amazonian area of southern Venezuela: spatial and temporal variations in biting and parity rates of black fly (Diptera: Simuliidae) vectors. *Journal of Medical Entomology*, 38(4), 520-530.
- Hentges SM (2016). Espécies de borrachudos (Diptera, Simuliidae) na mesorregião do noroeste Rio-Grandense: dados bionômicos e chaves para sua identificação. Dissertação. Universidade Federal da Fronteira Sul, Rio Grande do Sul.
- Ito LM (2004). Evolução clínica, sorológica e terapêutica dos doentes de pêfigo foliáceo do ambulatório de doenças bolhosas auto-imunes do Departamento de Dermatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo no período de 1991 a 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Jacobs P (1991). *Plagiorchis noblei* and blackfly larvae: factors affecting parasite acquisition and the effect of infection on host survival. Dissertação. McGill University.
- Lacey LA (1981). Simulídeos antropofílicos no parque nacional da Amazônia (Tapajós), Brasil, com referência aos efeitos no homem. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 90 (4), abr. 1981.
- Lacey LA, Charlwood JD (1980). On the biting activities of some anthropophilic Amazonian Simuliidae (Diptera). *Bulletin of Entomological Research*, 70(3), 495-509.
- Leme LEG, Coimbra MA (1975). Pêfigo foliáceo brasileiro. *Revista de Medicina*, 59(4), 73-81.
- Leukart R (1893) apud MANSON P (1893). Diseases of the skin in tropical climates. In DAVIDSON, A H (ed.) *Hygiene and diseases of warm climates*, p.1016. Young J Pentland, Londres.
- Lutz A (1917). Contribuição para o conhecimento das espécies brasileiras do genero *Simulium*. O piúm do norte. *Simulium amazonicum*. IOC - Artigos de Periódicos. 1917
- Manson P (1897) apud Medeiros JF, Py-Daniel V (2004). Seasonality, parity rates and transmission indices of *Mansonella ozzardi* (Manson)(Nematoda: Onchocercidae) by *Cerqueirellum argentiscutum* (Shelley & Luna Dias)(Diptera: Simuliidae) in a lower Solimões river community, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 34, 201-207.
- Mardini LBLF (2002). Contribuição ao Manejo Integrado de Simulídeos (insecta-diptera-nematocera-simuliidae) no Rio Grande do Sul. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Biociências - Zoologia da PUCRS, Porto Alegre,

105p + anexos.

- Maria-Herzog M, Felipe-Bauer ML, Malaguti R, Leite TC (1988). A contribution to the study of *Simulium* and *Culicoides* of Rio de Janeiro: monthly incidence and biting activity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(1), 95-99.
- Medeiros JF, Py-Daniel V (2004). Seasonality, parity rates and transmission indices of *Mansonella ozzardi* (Manson) (Nematoda: Onchocercidae) by *Cerqueirellum argentiscutum* (Shelley & Luna Dias) (Diptera: Simuliidae) in a lower Solimões River community, Amazonas, Brazil. *Acta Amaz.* 34(2):201–7.
- Medeiros JF, Py-Daniel V, Izzo TJ (2006). The influence of climatic parameters in the haematophagic daily activity of *Cerqueirellum argentiscutum* (Shelley & Luna Dias) (Diptera: Simuliidae) in Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 36: 563-568.
- Menzel TC (2019). Distribuição espacial e temporal de simuliidae (Diptera: Culicomorpha) em uma bacia hidrográfica do bioma Pampa, no Sul do Brasil. Universidade Federal Da Fronteira Sul Campus Cerro Largo. Programa De Pós-Graduação Em Ambiente E Tecnologias Sustentáveis.
- Milanez JFB (2017). Noção complexa de saúde: contribuição para a construção à luz da teoria da complexidade. P. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul Instituto De Biociências Programa De Pós-Graduação Em Educação Em Ciências: Química Da Vida E Saúde.
- Mock DE, Adler PH (2002). Black flies (Diptera: Simuliidae) of Kansas: Review, new records, and pest status. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 75, 203 e 213.
- Moraes MA (1991). Oncocercose entre os índios Yanomami. *Cadernos de Saúde Pública*, 7, 503-514.
- Nelson GS (1970). Onchocerciasis. *Advances in Parasitology*, 8, 173-224.
- Novicki D (2017). Diversidade de simulídeos (Diptera: Simuliidae) em riachos da bacia do Rio Comandáí, Alto Rio Uruguai. Universidade Federal Da Fronteira Sul Campus Cerro Largo Graduação Em Ciências Biológicas Licenciatura. :25.
- Ogata K (2015). 4) Preliminary Report of Japan-Guatemala Onchocerciasis Control Pilot Project. *Tropical Medicine and Health*, 43(Supplement), 61-70.
- Pearson, RD (2020). Mansonelose versão em português .Manuais MSD para profissionais. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infecciosas/nemat%C3%B3deos-vermes-filiformes/mansonelose?query=mansonelose>
- Pearson, RD (2020). Oncocercose (cegueira do rio) versão em português..Manuais MSD para profissionais. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infecciosas/nemat%C3%B3deos-vermes-filiformes/oncocercose-cegueira-do-rio>

- Pedroso-De-Paiva D; Branco Ep (2000). O borrachudo: noções básicas de biologia e controle. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 48p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica 2 3) .
- Pepinelli M (2008). Simuliidae (Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008
- Petry F, Lozovei AL, Ferraz ME, Santos Neto LGD (2004). Controle integrado de espécies de *Simulium* (Diptera, Simuliidae) por *Bacillus thuringiensis* e manejos mecânicos no riacho e nos vertedouros de tanques de piscicultura, Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48, 127-132.
- Ribeiro LML. (2018). Inventário bibliográfico dos estudos envolvendo Diptera: Simuliidae em áreas impactadas por empreendimentos de grande porte. Trabalho de Conclusão de Curso – Especialização em Entomologia Médica, Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Rio de Janeiro.
- Ríos-Veslásquez CM, Luz SLB (2003). Atividade hematofágica de *Simulium oyapockense* (Diptera: Simuliidae) na cachoeira do bem querer, Caracaraí (RR). In *Anais do VI congresso de Ecologia do Brasil* (pp. 44-45).
- Riley CV (1887). Report of the entomologist. United States Department of Agriculture Report 1886 (pp. 459 e 492), 11 plates.
- Romeo de León J (1958). Simulidos vectores de la oncocercosis en Guatemala. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 44 (1), ene. 1958.
- Sanford D, Eikenhorst B, Lamb T, Cates JE, Robinson J, Olsen J et al. (1993). Black flies cause costly losses in East Texas ostriches and emus. *Texas Agricultural Extension Service Veterinary Quarterly Review*, 9(2), 1e2.
- Santos FP, Lopes J (2010). Desenvolvimento de nova metodologia para aplicação de bioinseticidas no controle de borrachudos (Diptera: Simuliidae) em ribeirões com fluxo de água irregular. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(4), 1017-1030.
- Sariözkan S, Inci A, Yildirim A, Düzlü O, Gray EW, Adler PH (2014). Türkiye'de Kapadokya Bölgesinde *Simulium* (*Wilhelmia*) Türlerinin (Diptera: Simuliidae) İstilasında Oluşan Ekonomik Kayıplar [Economic losses during an outbreak of *Simulium* (*Wilhelmia*) species (Diptera: Simuliidae) in the Cappadocia region of Turkey]. *Turkiye Parazitol Derg.* 38(2):116-119. doi:10.5152/tpd.2014.3446
- Shelley AJ (1988). Biosystematics and distribution of Simuliid vectors of human onchocerciasis in South America. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(4), 399-403.
- Shelley AJ (1988a). Vector aspects of the epidemiology of onchocerciasis in Latin America. *Annual Review of Entomology*, 33(1), 337-366.

- Shelley AJ, Dias APAL, Moraes MAP, Proconier WS (1987). The status of *Simulium oyapockense* and *S.limbatum* as vectors of human onchocerciasis in Brazilian Amazonia. *Medical and Veterinary Entomology*.1(3):219–34.
- Shelley AJ, Finger RR, Moraes MAP (1982). The taxonomy, biology and medical importance of *Simulium amazonicum* Goeldi (Diptera: Simuliidae), with a review of related species. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology Series*. 1982. Vol. 44. No. (1)pp.1-29.
- Shelley AJ, Hernández LM, Penn M (2002). A biosystemic revision of the blackflies (Diptera: Simuliidae) of Belize, Central America. *Bulletin of The Natural History Museum. Entomology Series*, 71(02). doi:10.1017/s0968045402000056
- Shelley AJ, Shelley A (1976) Further evidence for the transmission of *Mansonella ozzardi* by *Simulium amazonicum* in Brazil, *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 70:2, 213-217, DOI: 10.1080/00034983.1976.11687114.
- Silva M (2007). Alternativas para a produção de bioinseticida Bti: uso do processo semicontínuo e do processo em estado sólido. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. 194 f.| il., grafs., tabs.
- Silva TRR, de Aquino Narzetti LH, Crainey JL, Costa CH, Dos SantosYVS, de Oliveira Leles LF, ... Luz SLB. (2022). Molecular detection of *Mansonella mariae* incriminates *Simulium oyapockense* as a potentially important bridge vector for Amazon-region zoonoses. *Infection, Genetics and Evolution*, 98, 105200.
- Simon YG (2000). Controle De Simúlideos: Uma Visão De Gerenciamento. Florianópolis.
- Tamassia STJ (2011). Indicadores Técnico-Econômicos Para O Gerenciamento Do Modelo Alto Vale Do Itajaí De Piscicultura Integrada (MAVIPI).230.
- Tidwell MA, Tidwell MA, Muñoz de Hoyos P (1980). Development of *Mansonella ozzardi* in a black fly species of the *Simulium sanguineum* group from Eastern Vaupés, Colombia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. Nov;29(6):1209-1214. DOI: 10.4269/ajtmh.1980.29.1209. PMID: 7004217.
- Torres JD (2009). Construção de subsídios para o processo de gestão municipal de águas urbanas: diagnóstico interdisciplinar e sistema piloto para o tratamento de poluição difusa com "constructed wetlands". Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Valente ACDS (2014). Aspectos bioecológicos de Simuliidae em área sob influência de empreendimento hidroenergético: aproveitamento múltiplo de Manso, MT, Brasil. Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil
- Villanúa D, Elbal PMA., Arrondo IR, Estrella SD, Prieto RP, Castillo JA, Curdi J (2013). Estudio faunístico de los Simúlidos (Diptera, Simulidae) del Río Flumen, Huesca (España). *Boletín de la SEA*, (52), 212-218.

- Wambier CG, Struecker TA, Durski LN, de Araújo AG, Wambier SPF, Cappel MA, ... Roselino AM (2017). Image gallery: a case of pemphigus vulgaris following *Simulium* spp.(Diptera) bites. *British Journal of Dermatology*, 176(5), e100-e100.
- Watts SB (1975). *Blackflies A Problem (Diptera: Simuliidae): Review And Evaluation*. Vancouver, Canada.
- Wilhelm A, Betke, P, & Jacob, K. (1982). Simuliotoxikose beim ren (Rangifer tarandus). In R. Ippen, & H. D. Schröder (Eds.), *Verhandlungbericht des XXIV Internationalen Symposium über die Erkrankungen der Zootiere Erkrankungen der Zootiere* (pp. 357e360). Berlin: Akademie-Verlag.
- Zampiva NK (2013). *Simuliidae (Diptera: Nematocera) na diagonal de áreas secas da América do Sul*. Dissertação. Universidade Federal da Grande Dourados - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade