



Ministério da Saúde  
FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz  
Curso de Especialização em Entomologia Médica

**Inventário bibliográfico dos estudos envolvendo Diptera: Simuliidae  
em áreas impactadas por empreendimentos de grande porte**

Laura Mesquita Leão Ribeiro

Orientador: Marilza Maia Herzog  
Érika Silva do Nascimento Carvalho

Rio de Janeiro  
2018

**Laura Mesquita Leão Ribeiro**

**Inventário bibliográfico dos estudos envolvendo Diptera: Simuliidae em áreas impactadas por empreendimentos de grande porte**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Entomologia Médica, Curso de Especialização em Entomologia Médica, pelo Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ.

Rio de Janeiro

Data: 18/12/2018

---

Laura Mesquita Leão Ribeiro

---

Marilza Maia Herzog

---

Érika Silva do Nascimento Carvalho

Leão Ribeiro, Laura Mesquita.

Inventário bibliográfico dos estudos envolvendo Diptera:Simuliidae em áreas impactadas por empreendimentos de grande porte. / Laura Mesquita Leão Ribeiro. - Rio de Janeiro, 2018.  
38 f.; il.

Monografia (Especialização) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Entomologia Médica, 2018.

Orientadora: Marilza Maia Herzog.

Co-orientadora: Érika Silva do Nascimento Carvalho.

Bibliografia: Inclui Bibliografias.

1. Simulídeos. 2. Áreas impactadas. 3. Antropização. I. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca de Manguinhos/ICICT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## RESUMO DO PROJETO

Os Simulídeos (Diptera: Simuliidae) conhecidos nas regiões Norte e Nordeste do Brasil como "piuns" e no restante do território brasileiro como "borrachudos"; com 2.335 espécies vivas descritas no mundo, sendo 94 registradas para o Brasil; apresenta ampla distribuição e abundância por todo o mundo, que podem ser influenciadas pela vazão dos cursos d'água, disponibilidade de substratos para a fixação das formas imaturas, substâncias dissolvidas na água, composição da vegetação ciliar, e pela ação do homem nas áreas limítrofes. Por isso, o desmatamento revela-se como uma das mais impactantes alterações, sendo o resultado de diversas atividades humanas, incluindo agricultura, extração de madeira, programas de migração, construção de estradas, mineração e obtenção de energia hidrelétrica. Grandes construções como hidrelétricas, represas e barragens podem impactar significativamente o ambiente, principalmente no aspecto hidrológico, recobrando com água extensas massas de terra, resultando em modificações de fatores abióticos, que por sua vez acarretam alterações na fauna, flora e desequilíbrio na dinâmica populacional de vários organismos. Essas alterações na correnteza, bloqueio do movimento de espécies migratórias ao longo dos rios e extinção de espécies endêmicas, levam ao extermínio de possíveis predadores naturais, interferindo diretamente na abundância dos Simulídeos. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo realizar um inventário bibliográfico dos estudos envolvendo Simulídeos em áreas de construção de empreendimentos de grande porte em diferentes regiões do Brasil. E como resultado, verificou-se que no Brasil, o monitoramento de Simulídeos em áreas impactadas ainda não é tão frequente, embora tenha sido observado um aumento quantitativo de estudos publicados ao longo das últimas décadas, conforme mais empreendimentos de grande porte foram surgindo no País. Os dados levantados permitiram concluir haver uma relação entre os tipos de empreendimentos de grande porte existentes, a ocorrência dos Simulídeos e o impacto causado na saúde pública, visto que apresentam picadas dolorosas e incômodas, interferindo negativamente na qualidade de vida, trazendo prejuízo econômico para as atividades agropecuárias e turísticas. Em locais impactados por atividades como a agropecuária, a maioria dos estudos foi realizada devido a relatos de ataques de Simulídeos à população local, ocorrendo principalmente na década de 1990. A alta incidência desses casos está relacionada com a poluição, desmatamento e outras ações antrópicas nas áreas pesquisadas. Portanto, é importante que haja maior rigor no controle dessas atividades e que estudos prévios sejam executados para antecipar os riscos que podem oferecer à saúde pública.

**Palavras-chave:** Simulídeos, áreas impactadas, antropização

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>8</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Simulídeos são insetos pertencentes à família Simuliidae, ordem Diptera, subordem Nematocera, e conhecidos vulgarmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil como "piuns" e no restante do território brasileiro como "borrachudos", ocupando a 30ª posição em número de espécies dentre as 130 famílias de Diptera (ADLER et al., 2004). A família Simuliidae tem descritas recentemente 2.335 espécies, onde 94 espécies foram registradas para o Brasil, das quais 89 pertencem ao gênero *Simulium* Latreille, 1802, quatro ao gênero *Lutzsimulium* d'Andretta & Andretta, 1947 e dois ao gênero *Araucnephia* Wygodzinsky & Coscarón, 1973 (ADLER & CROSSKEY, 2018).

São holometábolos, apresentando desenvolvimento das fases de ovo, larva e pupa em ambientes aquáticos e lóticos. Os adultos são alados e terrestres, têm hábito diurno e longevidade de três a quatro semanas. Seu tamanho é relativamente pequeno (2,2mm – 6mm) e as espécies apresentam coloração variada, podendo ser negras, amarronzadas, avermelhadas ou amareladas. Os machos são nectívoros, ao passo que as fêmeas de algumas espécies são hematófagas, dependendo da ingestão de sangue não apenas como fonte energética, mas também como fonte de nutrientes necessários para desenvolver e maturar seus ovários, tornando-as aptas para a reprodução e para a produção de ovos viáveis (COSCARÓN & COSCARÓN-ARIAS, 2007).

Após o repasto sanguíneo, as fêmeas procuram diversos tipos de substratos - pedras, galhos, folhas etc, que se encontram mergulhados totalmente ou parcialmente, em águas movimentadas, de agitação intensa ou moderada, com correntezas em leitos de cachoeiras, rios ou córregos, e aproveitam o remanso (retração das águas) para a postura de 200 a 300 ovos em média (BABA & TAKAOKA, 1991).

De acordo com Grillet & Barrera (1997), fatores relacionados aos cursos d'água como altitude, teor de oxigênio, disponibilidade de nutrientes, vazão e velocidade da correnteza, temperatura, pH e condutividade elétrica, influem no tempo de amadurecimento dos ovos, que geralmente leva de cinco a seis dias, dependendo da espécie.

As larvas eclodem, se fixam, se soltam e se deslocam sempre a favor da correnteza, por adesão aos substratos com o auxílio de um fio de alta viscosidade produzido pela glândula salivar (COSCARÓN, 1981). São filtradoras, alimentando-se de partículas trazidas pela correnteza ou que estejam em suspensão na água. Durante a

filtração, partículas finas ingeridas são transformadas em pelotas fecais que servem como fonte de alimento para outros organismos, sendo uma etapa fundamental para o processamento da matéria orgânica no ambiente aquático lótico.

Possuem ainda importância do ponto de vista ecológico, pois são predadas por peixes e outros insetos, constituindo assim a base da cadeia alimentar. Áreas como córregos, rios, saídas de represas, de lagos e de reservatórios podem funcionar como criadouro para as formas imaturas. Em condições favoráveis, as larvas podem ocorrer em grandes quantidades, com densidades populacionais acima de 1 milhão de indivíduos/m<sup>2</sup> (CURRIE & ADLER, 2008).

As larvas se desenvolvem por aproximadamente 15 dias, formando em seguida um casulo, originando a pupa. Após quatro dias da pupa formada, a exúvia se rompe para a liberação do alado, dentro de uma bolha de ar que estoura no exato momento que atinge a superfície da água (COSCARÓN, 1981).

Por muitas espécies possuírem hábito antropofílico, causam grande incômodo pela voracidade e frequência de picadas, além de serem potenciais vetores de agentes etiológicos que ocorrem no Brasil como as filárias: *Onchocerca volvulus*, causadora da Oncocercose - chamada de "cegueira dos rios", e *Mansonella ozzardi*, causadora da Mansonelose (NASCIMENTO-CARVALHO, 2016).

Além destas, outra moléstia também pode ser acarretada: o Pênfigo Foliáceo Endêmico ou “fogo selvagem”, responsável por causar bolhas na pele, é uma doença específica do sistema imunológico e que aparentemente está associada aos borrachudos e suas picadas (SANTOS & LOPES, 2010).

A distribuição dos Simulídeos é ampla por todo o mundo, excetuando-se a região Antártica, os desertos e ilhas desprovidas de córregos (CROSSKEY, 1990). Sua distribuição e abundância podem ser influenciadas pela vazão dos cursos d'água, disponibilidade de substratos para a fixação das formas imaturas, substâncias dissolvidas na água, composição da vegetação ciliar e pela ação do homem nas áreas limítrofes (STRIEDER *et al.*, 2002).

O desmatamento revela-se uma das mais impactantes alterações, sendo resultado de diversas atividades humanas, incluindo agricultura, extração de madeira, programas de migração, construção de estradas, mineração e obtenção de energia hidrelétrica (SACCARO-JUNIOR *et al.*, 2015). Grandes construções como hidrelétricas, represas e barragens podem impactar significativamente o ambiente, principalmente no aspecto hidrológico, recobrando com água extensas massas de terra e

resultando em modificações de fatores abióticos, que por sua vez acarretam alterações na fauna e desequilíbrio na dinâmica populacional de vários organismos. De acordo com McAllister *et al.* (2001) podem ocorrer alterações na correnteza, bloqueio do movimento de espécies migratórias ao longo dos rios e extinção de espécies endêmicas. Nessas áreas, devido ao extermínio de possíveis predadores naturais, borrachudos podem proliferar abundantemente, constituindo importantes bioindicadores que apontam para modificações ambientais.

A prática generalizada da transformação dos rios e riachos em lixeiras coletivas é outro fator que contribui para o crescimento populacional desse inseto. Os resíduos sólidos presentes na corrente de água criam novos pontos de encachoeiramento servindo de locais de instalação das larvas do borrachudo (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000). Há muito existem evidências de que alterações ambientais e distúrbios ecológicos, sejam eles de causa natural, sejam de causa antropogênica, exercem uma influência marcante na emergência e proliferação de certas doenças (PATZ *et al.*, 2000). No caso de atividades antrópicas, o homem invade e altera ambientes que podem ser área endêmica de doenças parasitárias. O contato entre humanos e insetos vetores então passa a ser maior, e surtos de doenças podem ocorrer com mais frequência.

De acordo com Confalonieri, Margonari e Quintão (2014) há diversas evidências de uma relação entre as mudanças ambientais e os perfis epidemiológicos de algumas doenças parasitárias que afetam populações amazônicas, como a malária e a leishmaniose cutânea, que apresentam as mudanças mais rápidas em resposta à expansão da agricultura e pecuária, à construção de rodovias e barragens e à mineração.

Estas atividades e empreendimentos são implementados em diversos pontos do Brasil e passam a ser uma peça fundamental no surgimento de doenças parasitárias e de casos de assédio por possíveis vetores, como ocorre com Simulídeos. Nestes locais, um conjunto de medidas integradas devem ser estabelecidas para evitar danos à saúde pública. Segundo Gorayeb (2009), ações prévias de monitoramento de insetos vetores devem ser tomadas para evitar a disseminação de doenças. A importância do biomonitoramento se dá através dos dados coletados que por sua vez irão direcionar as medidas de controle cabíveis.

No Brasil, o monitoramento de Simulídeos em áreas impactadas ainda não é tão frequente, no entanto pode-se observar uma evolução de trabalhos como dissertações, monografias e projetos feitos através das décadas, conforme mais empreendimentos de



grande porte foram surgindo no país. É importante verificar a distribuição desses empreendimentos no país, e a relação entre os tipos de empreendimentos existentes e a ocorrência de Simulídeos pois além do impacto que causam na saúde pública, os Simulídeos apresentam picadas dolorosas e incômodas, interferindo negativamente na qualidade de vida e podendo trazer prejuízo econômico para atividades agropecuárias e turísticas.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Realizar inventário bibliográfico dos estudos envolvendo Simulídeos em áreas de construção de empreendimentos de grande porte em diferentes regiões do Brasil.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar os tipos de empreendimentos de grande porte construídos no Brasil que demandaram estudo de impacto ambiental nas comunidades de Simulídeos;
- Verificar a distribuição dos empreendimentos de grande porte construídos onde foi realizado estudo dos Simulídeos no País.

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Em 1909, Lutz iniciou o primeiro inventário de Simulídeos no Brasil, onde realizou estudo taxonômico de diversos espécimes coletados em áreas de interesse para a entomologia médica. Prosseguindo assim com os estudos da morfologia, evolução, biologia e comportamento desses insetos; e em 1922, publicou um artigo no qual analisava o papel patogênico dos mesmos (BENCHIMOL & SÁ, 2006). Nesta época, a Oncocercose ainda não era relatada no País, no entanto, o estudo de cunho taxonômico já se alinhava ao objetivo da investigação da transmissão de zoonoses por esta família de insetos.

Na década de 1940, foram constatados problemas causados por Simulídeos em áreas de colonização no sul do Brasil, no qual foram considerados praga pelos habitantes locais, como visto no relato: - *"Fiquei apavorado com a calamidade do mosquito borrachudo. As pessoas com as orelhas, rosto, braços e pernas inchadas, quase em chaga viva, de tanta picada. Todos fumavam, faziam fogo onde*

*trabalhavam, passavam banha no corpo, para espantar os mosquitos."* (In: HEINEN, 1991, p. 99).

A partir da década de 1960, o Brasil passou por um momento de expansão industrial, com a crescente implantação de empreendimentos, objetivando maior produtividade e melhoria da infraestrutura no país, tais como abertura de estradas e ferrovias, construção de usinas hidrelétricas, indústrias madeireiras e de atividade agropecuária (GOODLAND & IRWIN, 1974; GREMAUD, 2013; ANEEL, 2002). Com a degradação dessas áreas, foi intensificado o contato entre humanos e insetos vetores. De acordo com Filipini (2011), a implementação de empreendimentos de grande porte, tais como hidrelétricas, requer estudos minuciosos dos efeitos sinérgicos de impacto que podem causar ao ambiente, e por isso necessitam de estudo de monitoramento.

O primeiro caso de Oncocercose no Brasil foi relatado por BEARZOTI *et al.* em 1967 na região Norte (SÁ & MAIA-HERZOG, 2003). Enquanto na região Sul, no município de Nova Petrópolis - RS diversas empresas turísticas fecharam no final da década de 1960 devido a um surto conhecido como "crise do borrachudo" (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000; SCHOMMER & GASTAL, 2013).

No início da década de 1970, iniciaram-se as obras de construção das estradas Transamazônica e Perimetral Norte (GOODLAND & IRWIN, 1974; SOUZA, 2015; REDE AMAZÔNICA, 2016). Na mesma década, em 1973, foi descoberto o foco de Oncocercose no Território Indígena Yanomami (MORAES *et al.*, 1978). Em 1974, Goodland & Irwin, alertaram para o aumento do número de insetos hematófagos devido a degradação ambiental gerada pelas obras que destruíam o habitat de seus predadores naturais e colocavam os humanos em maior contato com os insetos vetores. Então, a partir de 1976, e sob o direcionamento do Ministério da Saúde, intensificaram-se os estudos sobre a Oncocercose na região do foco brasileiro (MORAES *et al.*, 1978).

Em 1986, o Ministério do Meio Ambiente considerou para efeito, através da Resolução CONAMA N° 1 de 23 de janeiro de 1986, que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais. Estabelecendo assim que empreendimentos de grande porte requerem estudos de impacto ambiental para

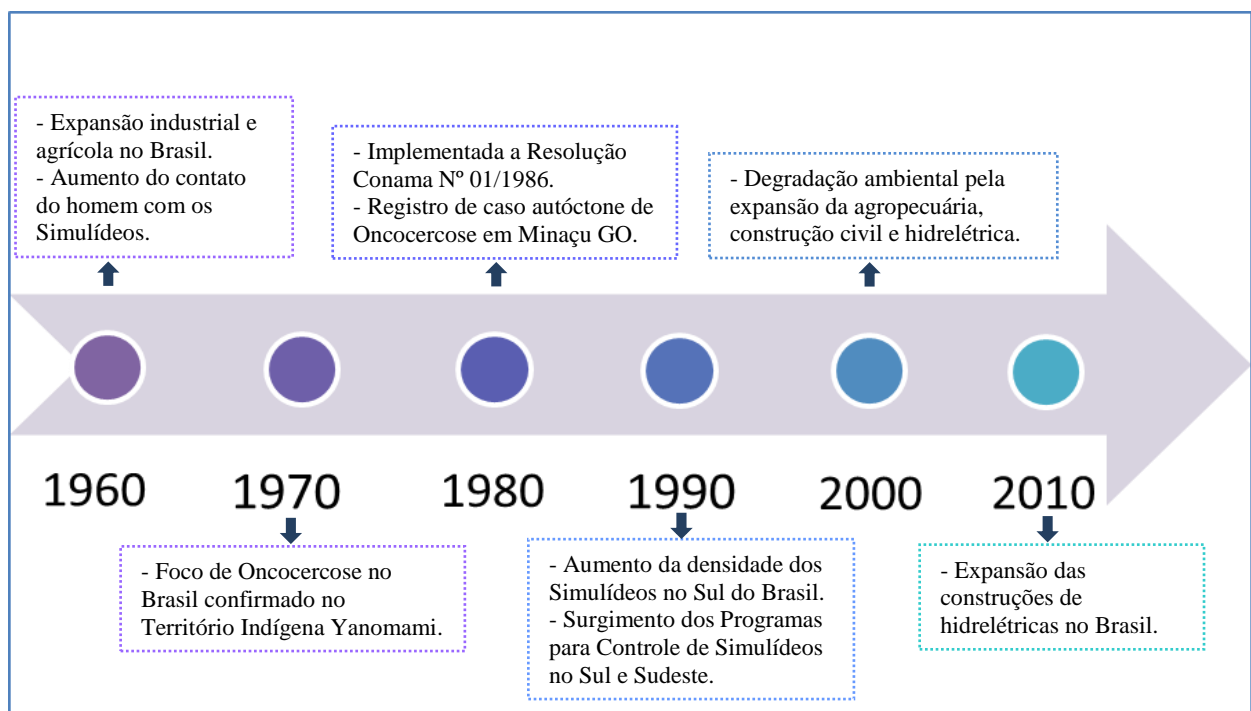
diminuir riscos inerentes as suas construções que possam causar à população. Esse tipo de avaliação deve ser realizada pelo órgão estadual competente e pelo IBAMA em caráter supletivo (CONAMA, 1986). No mesmo ano foi detectado um foco de Oncocercose em Minaçu-GO, atribuído ao intenso fluxo de garimpeiros parasitados e que por lá transitavam. A área era impactada pela zona de garimpo, e nessa época foi feito um levantamento da fauna de Simulídeos local para avaliar a possibilidade de disseminação da doença para outras áreas do País (MORAES, 1986).

Também na década de 1980, o aumento exponencial de borrachudos na região Sul foi repercutido na imprensa por causar transtorno principalmente nas zonas rurais, onde havia áreas desmatadas e o uso de agrotóxicos era frequente. Na região Sul, assim como na região Sudeste e em outras áreas afastadas do foco da Oncocercose, o levantamento faunístico de Simulídeos passou a ser feito tendo em vista diminuir prejuízos nos setores agropecuário e turístico (MARDINI, 2006; PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000).

Programas para o Controle de Simulídeos vêm sendo executados pelas Secretarias de Saúde de cada estado, onde os Simulídeos são um problema socioeconômico e para a Saúde Pública local. Estes Programas são iniciados a partir da constatação dos danos causados pelos Simulídeos à população, como ocorreu no Rio Grande do Sul, que recebeu a conotação do agravo em 1983 (MARDINI, 2006), e de Santa Catarina que desde 1995 realiza o Programa Estadual de Controle do Borrachudo (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000).

As medidas de controle existentes e o manejo das espécies de Simulídeos com hábito hematofágico, tem justificado o desenvolvimento de pesquisas básicas quanto à biologia e taxonomia destes insetos (WILSON, 2003). A partir da década de 2000, a instalação de hidrelétricas aumentou em diversos pontos do país, fazendo com que estudos de impacto ambiental relacionados aos Simulídeos tivessem maior visibilidade.

A seguir pode ser observado um breve panorama com os principais marcos históricos da cronologia supra descrita em uma linha do tempo (Figura 1).



**Figura 1.** Linha do tempo com os principais marcos históricos para estudos relacionados aos Simulídeos em construções de grandes empreendimentos por década no Brasil.

## 5 METODOLOGIA

O método de pesquisa empregado neste trabalho foi desenvolvido a partir de procedimentos recomendados para elaboração de uma revisão narrativa da literatura, a qual tem como finalidade reunir e resumir o conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado, ou seja, permite buscar, avaliar e sintetizar as evidências disponíveis para contribuir com o desenvolvimento do conhecimento na temática. Este tipo de revisão não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise

crítica da literatura. Sendo assim, a busca pelos estudos e publicações não esgotou as fontes de informações.

A revisão narrativa foi conduzida com pesquisas nas bases de dados eletrônicas pré-selecionadas - Google Scholar, PubMed, Scielo, Periódicos Capes - utilizando palavras-chave em português (Tabela 1) a fim de identificar publicações originais, onde foram encontrados disponibilizados textos técnico-científicos, livros, dissertações, teses, relatórios técnicos, anais de congressos, resumos, normas, resoluções, manuais técnicos e leis referentes aos estudos desenvolvidos no Brasil no período de 1986 a 2015.

**Tabela 1.** Palavras-chave em português utilizadas nas pesquisas nas bases de dados eletrônicas referentes aos estudos desenvolvidos no Brasil no período de 1986 a 2015.

<i>Simulium</i>	Impacto Ambiental	Transamazônica
Simuliidae	Áreas Degradadas	Poluição
Simulídeos	Agropecuária	Turismo
Borrachudos	Minaçu	Garimpo
Simuliofauna	Empreendimentos	Hidrelétricas
Macroinvertebrados	Vetores	Oncocercose
Barragem	Levantamento de fauna	Usinas
Insetos	Epidemiologia	Controle
Ibama	Ministério do Meio Ambiente	Secretaria de Saúde

Primeiramente, foi identificado o tema - "estudos envolvendo Diptera: Simuliidae em áreas impactadas por empreendimentos de grande porte" - para a elaboração da revisão narrativa da literatura. Depois, foram estabelecidos os critérios para inclusão e exclusão de estudos, com categorização dos estudos e definição das informações a serem extraídas; seguido de avaliação dos estudos incluídos na revisão narrativa e interpretação dos resultados, com apresentação da revisão e síntese do conhecimento.

Como critério de inclusão, os textos deveriam estar de acordo com pelo menos uma das seguintes condições: apresentar relatos de Simulídeos em áreas de construção de empreendimentos de grande porte em diferentes regiões do Brasil; os tipos de empreendimentos de grande porte construídos no Brasil; os empreendimentos de grande porte que demandaram estudo de impacto ambiental nas comunidades de

Simulídeos ; empreendimentos - usinas hidrelétricas, barragens, ferrovias, rodovias, garimpos, emissários de esgoto, poços de extração de gás natural, domicílios, chácaras, sítios, fazendas, granjas e locais de atividade agropecuária, indústrias e locais de mineração; os estudos na temática publicados entre 1986 a 2015; e os estudos que apresentaram informações relevantes ao escopo deste trabalho, como informações biológicas ou ecológicas de Simuliidae.

Os critérios de exclusão para fins desta revisão foram os estudos não relacionados aos Simulídeos em áreas de construção de empreendimentos de grande porte.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A exploração do território brasileiro para fins industriais e econômicos se perpetuou de forma ascendente ao longo do século XX. Isso trouxe, além de contribuições para o desenvolvimento do país, consequências drásticas para o ambiente e para a saúde pública. Doenças atreladas a essas áreas de exploração surgiam de forma cada vez mais frequente devido ao estreitamento do contato humano com insetos vetores em regiões que foram modificadas por ação antrópica. Além disso, a degradação ambiental causava sérios danos à natureza que era impactada pelo desmatamento desregrado e pelo acúmulo de resíduos químicos e orgânicos em ambientes terrestres e aquáticos.

Devido a crescente poluição dos ecossistemas, em 1986 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) regulamentou, através da Resolução N° 01/86, a necessidade de estudos de impacto ambiental para grandes empreendimentos como hidrelétricas, barragens, portos, aeroportos, estradas, gasodutos, minerodutos e ferrovias (CONAMA, 1986).

O conceito de impacto ambiental é o resultado da intervenção humana sobre o meio ambiente, podendo ser descrito como positivo ou negativo, dependendo da intensidade e da peculiaridade da intervenção desenvolvida (TORRES, 2016).

Durante a década de 1980, o impacto desses tipos de empreendimento e de outras atividades, como garimpo e agropecuária, pôde ser mais frequentemente

relacionado a casos de Oncocercose e de assédio por picadas de Simulídeos. Foram noticiadas pela imprensa sul-brasileira a ocorrência de "surtos" de borrachudos atribuídos aos desmatamentos das margens dos rios e ao uso abusivo de agrotóxicos (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000).

No Rio Grande do Sul, seu ataque às populações humanas provoca desde intenso desconforto aliado à necessidade de atendimento médico e a utilização de medicamentos em muitos casos, até a impossibilidade de desenvolver atividades cotidianas do trabalho na área rural. Secundariamente, causa o êxodo dos locais de grande incidência de ataque e redução do fluxo de turistas que procuram o conhecido turismo rural, turismo ecológico, atividades de trilhas, etc. (MARDINI *et al.*, 1998; MARDINI *et al.*, 2000).

Os prejuízos são causados principalmente pelas espécies *Simulium pertinax*, *S. incrustatum* e *S. jujuyense* que se encontram associadas às áreas de degradação. Já em Santa Catarina e no Paraná, os ataques de borrachudos foram principalmente registrados em áreas próximas a rios que recebiam acúmulo de entulhos. Um dos fatores ambientais que podem causar explosões populacionais em borrachudos é o aumento da entrada de matéria orgânica nos cursos de água, devido ao lixo doméstico (PINTO *et al.*, 2014).

Em decorrência da gravidade dos ataques, pesquisas voltadas para o estudo da biologia de Simulídeos e medidas de saneamento, visando o controle populacional desses insetos, foram implementadas nesses estados. Em 1988, a espécie *S. pertinax* foi incriminada como a principal causadora de ataques ao homem no município de Concórdia, Santa Catarina. De acordo com Coscarón (1991), essa espécie pode ser considerada a maior causadora de incômodos à população, devido a seu hábito extremamente antropofílico.

Enquanto na região Sul tentava-se controlar a população de Simulídeos para diminuir os transtornos causados ao bem-estar de homens e animais e os prejuízos turísticos e agropecuários, a região Centro-Oeste tornou-se objeto de estudos de saúde pública, devido a descoberta de um foco autóctone de Oncocercose no município de Minaçu, Goiás. O foco, detectado em 1986, era impactado pela proximidade de uma zona de garimpo de minerais (Figura 2).



Fonte: <https://www.cartacapital.com.br/sustentabilidade/minacu-a-cidade-que-respira-o-amianto-8717.html>

**Figura 2.** Zona de garimpo de minerais no município de Minaçu, Goiás, Brasil.

A atividade de garimpo de minerais é considerada altamente destrutiva para o ambiente, modificando paisagens e contaminando rios com o mercúrio, utilizado na extração de minérios. De acordo com Moraes (1986) a ocorrência da doença no local pode ser explicada pela migração de garimpeiros procedentes do foco Yanomami, situado na região Norte do País. O trânsito de pessoas infectadas associado a presença de espécies vetores em uma região intensamente degradada, constitui alto risco para a saúde pública. Todas as formas de degradação do meio favorecem e contribuem para o aumento da incidência de Simulídeos (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000).

Casos de ataques de borrachudo continuaram a causar transtornos em diversas regiões, mesmo com planos de controle estabelecidos pelas secretarias estaduais de saúde e estudos de impacto ambiental normatizados pelo IBAMA. Tal fato pode ser explicado pela fiscalização insuficiente de garimpos ilegais e de áreas desmatadas para cultivos agrícolas, e pela falta de educação sanitária e de estruturas de tratamento de esgoto. Somado a isso, o uso de tecnologias cada vez mais agressivas para exploração agrícola e o número cada vez maior de hidrelétricas implantadas tornaram as consequências da degradação ambiental ainda mais visíveis.

No início da década de 1990, estudiosos e cientistas alertavam para os efeitos da deterioração ambiental provocada pela ação humana (ANEEL, 2008). Em diversos pontos do país, casos de incômodo causado por Simulídeos passaram a ser relatados. A



ocorrência desses casos em áreas que anteriormente não apresentavam esse problema, como Goiás e Tocantins, é possivelmente um indicativo do avanço da antropização. Em regiões já extremamente habitadas, como o litoral paulista, o “surto de borrachudos” acarretou em prejuízo turístico, e estudos objetivando o controle desses insetos foram realizados por Araújo-Coutinho em 1995, em municípios vizinhos a Serra do Mar. No mesmo ano, o estado de Santa Catarina implementou o Programa Estadual de Controle do Borrachudo. Trabalhos de controle também eram executados em áreas desmatadas no Rio Grande do Sul, onde humanos e bovinos foram as principais vítimas de picadas. As avaliações epidemiológicas realizadas nos municípios na região Sul do País mostram que índices de picadas próximos a 10/dia são considerados um problema pelas pessoas (MARDINI, 2006). O mesmo problema ocorreu em diversas localidades do Espírito Santo cujo relevo permite a formação de rios encachoeirados (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2001). A presença de Simulídeos também foi observada por Ginarte (1998) em diversos municípios de São Paulo, em pontos que se localizavam próximos a fazendas e até mesmo em área extremamente urbanizada como o campus da universidade UNICAMP.

A partir da década de 2000, trabalhos foram feitos visando avaliar o impacto que atividades agropecuárias geram na diversidade, abundância e distribuição de Simulídeos, e as possíveis consequências no bem-estar humano e no setor turístico. De acordo com Simioni (2001), um dos impactos causados pela atividade da suinocultura está relacionado à proliferação da mosca doméstica e de estábulos, associadas aos estercos frescos acumulados junto e nas proximidades das granjas, e de Simulídeos que se multiplicam nas águas de rios poluídos com altos teores de compostos orgânicos. Dentre esses compostos, nitrito e nitrato estão presentes em teores elevados que são relacionados com a maior ocorrência de espécies de Simulídeos.

A região Sul do país, tradicionalmente designada como a maior produtora nacional nos setores de avicultura e suinocultura, foi objeto de estudos de impacto uma vez que tratamentos sanitários adequados nem sempre acompanham o ritmo de expansão dessas atividades. Um dos estudos, realizado por Strieder et al. (2001) em quatro cursos d'água da bacia do rio Caí, no Rio Grande do Sul, constatou maior porcentagem de Simulídeos (62,4%) na área mais impactada pela presença de dejetos (Figura 3).



Fonte: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/05/vistoria-do-mp-e-da-bm-constata-aumento-da-poluicao-no-rio-cai.html>

**Figura 3.** Rio Caí, Rio Grande do Sul e a área poluída por dejetos de origem da produção animal no Brasil.

A espécie *Simulium pertinax* foi a que teve maior ocorrência em áreas degradadas (84,3%), corroborando a pesquisa feita pela EMBRAPA na década de 1980 em Concórdia, Santa Catarina. De acordo com Strieder (2002), no total das áreas foram coletadas 12.350 larvas e 834 pupas, totalizando 13.184 exemplares pertencentes a 12 espécies: *Lutzsimulium hirticosta* (Lutz,1909), *Simulium botulibranchium* (Lutz,1910), *S. clavibranchium* (Lutz,1910), *S. nogueirai* (d'Andretta & González, 1962), *S. subclavibranchium* (Lutz,1910), *S. anamariae* (Vulcano,1926), *S. jujuyense* (Enderlein, 1933), *S. incrustatum* (Lutz, 1910), *S. pertinax* (Kollar, 1832), *S. riograndense* (Py-Daniel, Souza & Caldas, 1988), *S. dinellii* (Joan, 1912) e *S. itaunense* (d'Andretta & González, 1964). As espécies *L. hirticosta*, *S. botulibranchium*, *S. clavibranchium*, *S. nogueirai*, *S. anamariae* e *S. jujuyense* não toleram bem esses teores, ao passo que *S. pertinax*, *S. riograndense* e *S. itaunense* se mostraram as mais adaptadas a esse tipo de ambiente degradado, sendo, portanto, as mais encontradas nas áreas de poluição.

*S. pertinax* tem alta ocorrência em águas poluídas e também é encontrado em diversos ambientes modificados pela ação antrópica. Por ser uma espécie altamente antropofílica e atacar de forma voraz, afeta negativamente o bem-estar humano, e conseqüentemente pode acarretar prejuízo turístico. Verificou-se, em trabalho realizado no ano de 2001 em córregos nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, ambos

em São Paulo, que esta espécie parece ter preferência por águas mais limpas. Observou-se também que habitações margeiam a maioria desses córregos, sendo frequente o acúmulo de resíduos orgânicos nos cursos d'água (VIVIANI, 2012). Segundo Morley & Karr (2002) a urbanização degrada riachos e rios e contribui para diminuir a saúde ecológica em bacias hidrográficas.

*S. inaequale* e *S. incrustatum* ocorrem em maior densidade nos córregos com níveis intermediários de poluição e que *S. pertinax* ocorre com baixa densidade em córregos com alto grau de poluição. Isto vai de encontro a constatações de outros autores, que relatam *S. pertinax* como uma espécie bem adaptada a ambientes degradados. *S. pertinax* é considerada um indicador biológico da qualidade da água, tendo em vista o fato que a mesma tem seu ciclo de vida beneficiado com condições de contaminação orgânica (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000; VIVIANI *et al.* (2001).

Em 2001, o prejuízo econômico causado por esses insetos foi observado nas cercanias do Riacho dos Padres, Almirante Tamandaré, Paraná em área impactada pela instalação de tanques de piscicultura próximo a uma chácara. Esta foi acometida por um surto de Simulídeos que causou incômodo aos clientes e animais estabelecidos no local e nas adjacências. De acordo com Haas (2013) os surtos foram responsáveis pelo fechamento de inúmeros estabelecimentos na região Sul na década de 1960. Na tentativa de evitar isto, Lozovei *et al.* (2002) inventariaram a simuliofauna nas proximidades da propriedade com objetivo de propor métodos de controle. Foram coletados 24.021 exemplares de pupas, que serviram de base para a identificação das espécies. Em ordem decrescente, as espécies acusaram variadas frequências: *S. inaequale* (55,24%), *S. perflavum* (16,81%), *S. pertinax* (13,93%), *S. orbitale* (8,03%), *S. subnigrum* (4,92%), *S. distinctum* (1,03%) e *S. incrustatum* (0,04%).

*S. pertinax*, conforme visto em trabalhos anteriores, figurou entre as espécies mais encontradas em área impactada. De acordo com Araújo-Coutinho (1995) um dos fatores abióticos que mais influencia os imaturos de *S. pertinax* é a poluição. No entanto, *S. inaequale* foi a que apresentou maior abundância (13.270 pupas). Nesse caso, provavelmente devido a oxigenação sistêmica dos tanques somada ao crescente aporte de nutrientes proveniente da ração de peixes. O efeito dessa suplementação nutricional foi confirmado por Petry (2005) que utilizou esse tipo de ração em bioensaios laboratoriais, obtendo bom desempenho no crescimento larval. Outros

autores como Zhang (2006) e Vojvodic *et al.* (2006) também utilizaram do mesmo recurso.

Além do aumento constante das atividades agropecuárias, os anos 2000 também têm sido marcados pela acentuada criação e expansão de usinas hidrelétricas. Para atender a alta demanda energética do país, novas usinas foram projetadas e sua distribuição tem sido ampliada pelo território brasileiro. A tendência é que isso ocorra cada vez mais, visto que a hidroeletricidade é a principal fonte de energia do país.

Atualmente, há uma dispersão mais acentuada, cujo centro de massa está localizado entre os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás (ANEEL, 2002). No estado do Tocantins, a área impactada pela Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (Figura 4), localizada no município de Miracema, foi estudada por Kikuchi (2005), onde Simulídeos foram encontrados em maior densidade na área de cabeceira da represa, onde há maior fluxo de água e maior aporte de oxigênio.



Fonte: <https://turismo.to.gov.br/regioes-turisticas/serras-e-lago-/principais-atrativos/lajeado/usina-hidreletrica-luis-eduardo-magalhaes/>

**Figura 4.** Usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, Tocantins, Brasil.

Os relatos supracitados estão de acordo com o que se sabe sobre a biologia geral desses insetos, visto que as larvas de Simulídeos se desenvolvem em água corrente com alto teor de oxigênio, livres de poluentes químicos, cristalinas ou barrentas, frias ou mais tépidas, sendo sua velocidade fator limitante e específico (CUMMINS, 1973;

SMITH, 1973; LAKE & BURGER, 1983). A ausência de Simulídeos nos pontos de degradação após o represamento da barragem foi causada principalmente pela oxigenação insuficiente, juntamente com alterações na velocidade de correnteza e nos tipos de substrato. Embora a oxigenação seja o principal fator limitante, Gaona & Andrade (1999) afirmam que Simuliidae toleram diferentes condições deste parâmetro, desde as saturadas até as mais elevadas. Isto ocorre para algumas espécies como *S. pertinax* e *S. incrustatum*, mas de modo geral, a família Simuliidae se encontra com maior abundância em cursos d'água mais oxigenados. Strieder et al. (2006), em pesquisa realizada na Bacia do Rio dos Sinos, situada entre São Leopoldo e Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, perceberam relação positiva entre Simulídeos e águas com alta oxigenação. O alto teor de oxigênio é um fator que beneficia a maioria dos Simulídeos (COSCARÓN & COSCARÓN-ARIAS, 2007). A região, que se localiza próximo a moradias, curtumes e áreas agrícolas, é intensamente poluída por resíduos orgânicos e industriais, incluindo metais pesados (Figura 5).



Fonte: [https://www.jornalvs.com.br/\\_conteudo/2017/10/noticias/regiao/2182618-conheca-as-bacias-dos-rios-do-sinos-cai-e-gravatai-e-a-importancia-deles-para-a-regiao.html](https://www.jornalvs.com.br/_conteudo/2017/10/noticias/regiao/2182618-conheca-as-bacias-dos-rios-do-sinos-cai-e-gravatai-e-a-importancia-deles-para-a-regiao.html)

**Figura 5.** Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil.

A toxicidade dos metais manifesta-se como distúrbios na função metabólica, implicando em possíveis mudanças na distribuição e na abundância de populações (ELDER, 1988). Foi provavelmente devido a esse efeito tóxico que os Simulídeos

foram encontrados com maior frequência nos pontos menos contaminados, que eram também os que apresentavam maiores índices de oxigênio.

Em estudos realizados em 2008 e 2013 no município de Santo Antônio do Descoberto, Goiás, nas adjacências da hidrelétrica Corumbá IV (Figura 5), foram coletados apenas dois exemplares em área com grande proliferação de macrófitas, estando estes em região peridomiciliar.



Fonte: <http://www.corumbaconcessoes.com.br/noticia/uhe-corumba-iv-comemora-12-anos-de-geracao-de-energia-com-balanco-positivo/>

**Figura 6.** Hidrelétrica Corumbá IV e adjacências, Brasil.

De acordo com Gurgel-Gonçalves et al. (2015) o baixo número de exemplares coletados é explicado pela relativa distância entre os cursos de água e os domicílios. Rios intensamente poluídos por efluentes e impactados pelo desmatamento ciliar, pelo avanço da urbanização e de atividades agrárias apresentam espécies de Simulídeos que são bem adaptadas a essas condições. De acordo com Castex et al. (1988) e Carlsson (1962) larvas de Simulídeos são capazes de tolerar grandes mudanças de nível de saturação de oxigênio. Macrófitas, quando presentes nesse tipo de ambiente, contribuem para proliferação de espécies como *S. pertinax* e *S. inaequale*, conforme observou Oliveira (2009) nos rios Lavapés e Araquá, localizados em Botucatu, São Paulo (Figura 6).



Fonte: <http://sosriosdobrasil.blogspot.com/2013/06/sos-rio-lavapes-voluntarios-realizam.html>

**Figura 7.** Trecho poluído do Rio Lavapés em Botucatu – SP, Brasil.

Segundo Hamada et al. (2014), macrófitas submersas em ambientes lóticos ou dispostas em lagos de várzea em ambientes lênticos funcionam como substrato para postura de ovos de Simulídeos. Essas plantas aquáticas são comumente encontradas em igarapés da região amazônica, mesmo os que se encontram em áreas impactadas pela construção de rodovias e exploração de minérios, de gás e de petróleo. Um estudo conduzido por Couceiro (2009), observou que Simuliidae apresentou frequência relativa de 90% em igarapés próximos a Base de Operações Geólogo Pedro Mouro, em Coari, Amazonas, região que é fonte de petróleo e gás natural intensamente explorada pela Petrobras (Figura 7).



Fonte: <https://petronoticias.com.br/archives/tag/terminal-aquaviario-de-coari>

**Figura 8.** Base de Operações Geólogo Pedro Mouro, Coari - Amazonas, fonte de petróleo e gás natural intensamente explorada pela Petrobras - Brasil.

A alta frequência de Simulídeos no local indica grande capacidade adaptativa do grupo a variados tipos de degradação ambiental. Os táxons serão melhores ou piores sucedidos dependendo do grau de compatibilidade de suas características (morfológicas, comportamentais e fisiológicas) com as características ambientais (ALLAN & CASTILLO, 2007). Dentro do gênero *Simulium* isto também ocorre dado as variações interespecíficas e ao tipo de ambiente em que se encontram.

A intervenção humana nos ambientes lóticos tem influenciado as populações de Simulídeos, podendo diminuir a riqueza e aumentar a abundância de algumas espécies (COPPO & LOPES, 2010). Dentro de uma mesma área é comum observar a relação de determinada espécie com certas características dos pontos de coleta. Ao passo que algumas espécies de Simulídeos têm preferência por rios de leito profundo, outras são mais adaptadas aos de leito raso. O mesmo ocorre em relação ao nível de deterioração ambiental, níveis de profundidade e largura dos rios, graus de cobertura vegetal, tipos de fundo de leito, tipos de substrato e proximidade de cachoeiras. As preferências de algumas espécies foram observadas em pesquisa iniciada em 2009, na área impactada pelo Aproveitamento Múltiplo de Manso localizado em Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. No total, foram encontradas 22 espécies: *S. brunnescens*, *S. pertinax*, *S. spinibranchium*, *S. dekeyseri*, *S. subpallidum*, *S. perflavum*, *S. rorotaense*, *S.*



*incrustatum* sl, *S. quadrifidum*, *S. jujuyense*, *S. incrustatum* s.s., *S. limbatum*, *S. minusculum* sl, *S. oyapockense*, *S. cuasiexiguum*, *S. guianense*, *S. nigrimanum*, *S. rubrithorax*, *S. inaequale*, *S. clavibranchium* sl, *S. subclavibranchium* e *S. subnigrum* (VALENTE, 2014). Dentre estas, pode-se destacar a presença de *S. incrustatum* e *S. pertinax*, que são muito antropofílicos, e também a de *S. oyapockense* sl, *S. guianense* sl e *S. nigrimanum*. As três últimas oferecem risco à saúde humana, visto que são vetores de *O. volvulus*. Embora não haja casos de oncocercose na região, ações preventivas de controle deveriam ser implementadas para evitar maiores danos à população.

As medidas voltadas para a saúde pública, segundo Rouquayrol e Goldbaum (2003) devem ser antecipadas, tendo por objetivo interceptar ou anular a evolução de uma doença. O mesmo deve ser feito com relação à *S. pertinax* e *S. incrustatum*, cujas picadas causam dor, reações alérgicas e interferem na produção leiteira. Segundo Corseuil & Strieder (1992) *S. incrustatum* aflige as pessoas, mas ataca preferencialmente bovinos. O impacto deste ataque pode ser sentido diretamente no setor pecuário, pois segundo Silva (2006), o incômodo causado é muito intenso, diminuindo a predisposição ao trabalho e levando à queda de produtividade de alguns animais. Áreas turísticas e de lazer também sofrem negativamente o impacto dessa espécie e de *S. pertinax*. Estas são consideradas as espécies que causam maiores incômodos na população da região sudeste do Brasil, devido a sua intensa antropofilia e reações alérgicas provocadas por suas picadas (COSCARÓN, 1991).

As espécies *Simulium mariavulcanoae*, *S. nogueirai* e *S. subnigrum* também são incriminadas como causadoras de alergia. De acordo com Mardini (2006), as reações causadas por Simulídeos podem ser inflamatórias ou alérgicas, caracterizadas por forte irritação, prurido, edema, dor e em casos mais graves mal-estar e febre com registro de infecções oportunistas que pode variar de indivíduo para indivíduo. Várias espécies causadoras de alergia, incluindo *S. pertinax* foram detectadas em 2010 em um fragmento florestal impactado pela barragem da Hidrelétrica de Foz do Chapecó, entre os municípios de Águas de Chapecó no estado de Santa Catarina, e Alpestre no estado do Rio Grande do Sul (MULLER et al., 2014) (Figura 8).



Fonte: <http://www.fozdochapeco.com.br/usina/>

**Figura 9.** Barragem da Hidrelétrica de Foz do Chapecó, entre os municípios de Águas de Chapecó, SC e Alpestre, RS, Brasil.

Coppo & Lopes (2010) coletaram 14.397 espécimes em áreas de um parque ecológico impactado pela barragem da empresa Klabin, localizado em Telêmaco Borba, Paraná. *S. incrustatum*, *S. pertinax* e *S. inaequale* foram encontradas em todos os pontos de coleta e em todos os tipos de substrato. *S. pertinax* é uma das mais adaptadas ao ambiente modificado pelo homem e vem se mostrando, também, adaptada a níveis de poluição de água em que outras espécies não conseguem sobreviver (PEDROSO-DE-PAIVA & BRANCO, 2000).

Em áreas antropizadas pelo estabelecimento de pastagens adjacentes a área de influência da Central Hidrelétrica de Mosquitão, em Arenópolis, Goiás, a presença de Simulídeos foi registrada por Nunes et al (2008). Tavares (2014), em uma avaliação de impacto ambiental desenvolvida no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Seropédica, Rio de Janeiro, constatou a presença de Simulídeos em águas contaminadas por esgotos e diversos poluentes. Diferente do observado por Gurgel-Gonçalves (2015) em Goiás, foram encontrados indivíduos em região peridomiciliar, provavelmente devido a estreita aproximação entre os domicílios e corpos hídricos. Simulídeos também foram coletados em pontos próximos a área de pastoreio de animais de fazenda como bovinos e equinos. Sabe-se que o despejo de dejetos orgânicos nos cursos de água acaba favorecendo determinadas espécies, visto que as bactérias intestinais desses animais domésticos, como por exemplo, coliformes

fecais, se tornam nutritivas para as larvas desses insetos, constituindo parte de sua alimentação.

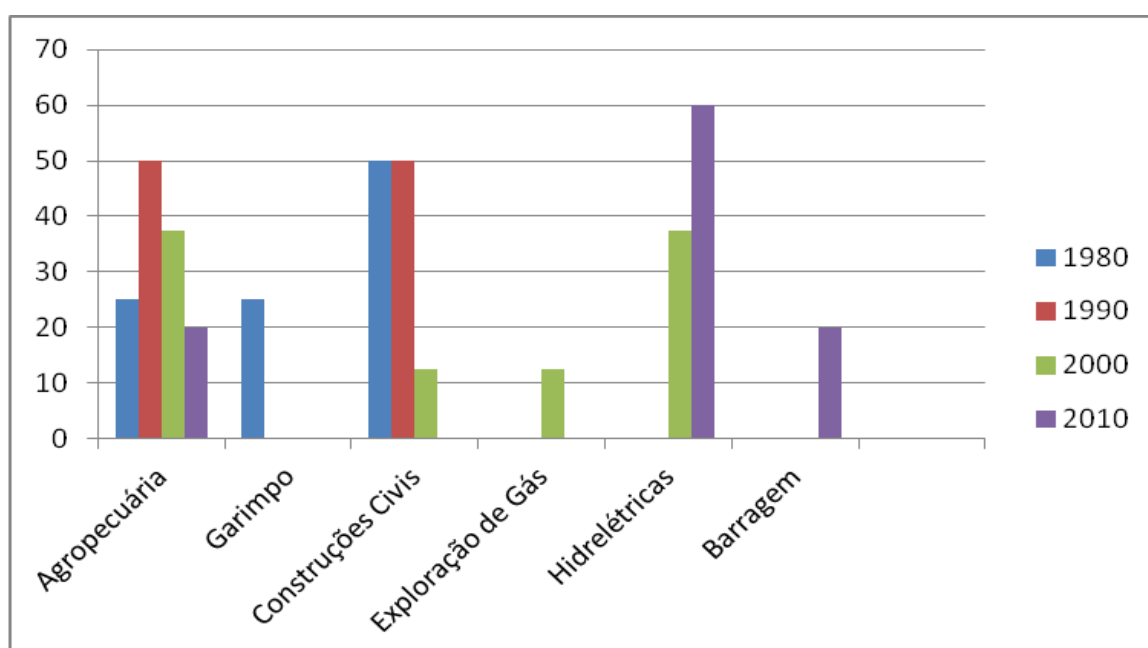
Tal abundância de espécies pôde ser observada por Hentges (2016) na Bacia do Rio Ijuí, uma área intensamente desmatada para atividades agropecuárias no Rio Grande do Sul. Foram identificadas 10 espécies de Simulídeos para a bacia do rio Ijuí, RS, todas do gênero *Simulium*: *S. incrustatum*, *S. jujuyense*, *S. inaequale*, *S. travassosi*, *S. pertinax*, *S. subpallidum*, *S. perflavum*, *S. lutzianum*, *S. orbitale*, *S. rubrithorax* (HENTGES, 2016). A alta frequência de *S. pertinax* e *S. incrustatum* são indicativos de altos níveis de resíduos na água, visto que são espécies adaptadas a ambientes poluídos. Enquanto *S. incrustatum* tolera ambientes aquáticos intermediários com relação a poluição (VIVIANI *et al.*, 2012), *S. pertinax* tolera níveis mais altos de poluição, causada principalmente pela elevada presença de animais domésticos nos ambientes aquáticos investigados, visto que os indivíduos dessa espécie são beneficiados pela contaminação orgânica (STRIEDER *et al.*, 2006). A qualidade da água, portanto, aumenta a probabilidade de ocorrência de determinadas espécies. De acordo com Wainfas (2015) as características abióticas do meio estão diretamente relacionadas com a distribuição espacial das espécies de Simulídeos, como averiguado na área de influência da Usina Hidrelétrica Peixe-Angical, localizada no Tocantins (Figura 9).



Fonte: <http://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2015/01/usina-de-peixe-nega-que-apagao-foi-causado-por-falhas-tecnicas.html>

**Figura 10.** Usina Hidrelétrica de Peixe-Angical, Tocantins, Brasil.

Para habilitar a construção desta usina hidrelétrica de Peixe-Angical, assim como de outras construídas a partir do ano 2000, investiu-se em inúmeros programas de monitoramento ambiental (FURNAS, 2018), que são exigidos pelo Ministério do Meio Ambiente conforme visto na Resolução Conama N° 01/86. A obrigatoriedade de estudos prévios de impacto ambiental juntamente com a franca expansão de hidrelétricas pelo país nas últimas duas décadas, explica o crescimento de publicações científicas a respeito desse tipo empreendimento em relação a outros, conforme visto na Figura 11.



**Figura 11.** Publicações técnicas e estudos acadêmicos publicizados desde a implementação da Resolução Conama N° 01/86 do Ministério do Meio Ambiente no Brasil.

## 7 CONCLUSÕES

À medida que a implantação de grandes empreendimentos no Brasil se tornou mais frequente, também aumentou a preocupação com a degradação do meio ambiente e com doenças transmitidas por insetos vetores nas áreas impactadas. A obrigatoriedade de estudos de impacto ambiental a partir do ano de 1986 fez com que a fauna de Simulídeos nesses locais fosse monitorada, resultando em um aumento de publicações científicas. Estas aumentaram ainda mais a partir da década de 2000 devido à grande expansão de hidrelétricas no país. Em locais impactados por outros tipos de atividades, como a agropecuária, a maioria dos estudos foi realizada devido a relatos de ataques de Simulídeos à população local, ocorrendo principalmente na década de 1990. A alta incidência desses casos está relacionada com a poluição, desmatamento e outras ações antrópicas nas áreas de pesquisa. Apesar disso, os casos ainda têm sua importância subdimensionada, sendo portanto imprescindível que haja maior rigor no controle dessas atividades e que estudos prévios sejam executados para antecipar os riscos que podem oferecer à saúde pública.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, Peter.; CROSSKEY, Roger. **World Black Flies (Diptera: Simuliidae: a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory [2015]**. 2015. 123 p.

ADLER, Peter.; CURRIE, Douglas; WOOD, Monty. **The Black Flies (Simuliidae) of North America**. Ithaca, New York: Connel University Press, 2004. 941 p.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 1. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2002. 199 p.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008. 236 p.

ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. C. Biological control program against Simuliids in the state of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 1, p. 131-133, jan./fev. 1995.

BABA, M.; TAKAOKA, H. Oviposition habitats of a univoltine blackfly, *Prosimulium kiotoense* (Diptera: Simuliidae). **Medical and Veterinary Entomology**. Kyushu, v. 5, p. 351-357, 1991.

BAVARESCO, P.; FRANZEN, D.; FRANZEN, T. Políticas de colonização no extremo oeste catarinense e seus reflexos na formação da sociedade regional. **Revista Trilhas da História**. Três Lagoas, v. 3, n. 5, p. 86-104, jul/dez 2013.

BEARZOTI, P.; LANE, E.; MENEZES, JR. Relato de um caso de Oncocercose adquirida no Brasil. **Revista Paulista de Medicina**, v. 70, p. 102, 1967.

BENCHIMOL, Jaime.; SÁ, Magali. **Adolpho Lutz: Obra completa**. Rio de Janeiro: Fiocruz, v. 2, 2006. 292 p.

BIODIVERSIDADE: Invertebrados Aquáticos. In: BOND-BUCKUP, Georgina.; BUCKUP, Ludwig.; DREIER, Claudia. **Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra**. 2. ed. Libretos, 2008. cap. 4, p. 58-75.

CARLSSON, G. Studies on Scandinavian black flies (Fam. Simuliidae Latr.). **Opuscula Entomologica: Supplementum**, v. 21, p.1-279, 1962.

CASTEX, M.; FUENTES, O.; MARQUEST, M.C. Algunas observaciones sobre los sitios de cria del *Simulium quadrivittatum* Loew, 1862 (Diptera: Simuliidae) en Isla de la Juventud. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v.40(3), p.60-67, 1988.

CASTRO, Diego. **INFLUÊNCIA DE ALTERAÇÕES DE VAZÃO SOBRE O "DRIFT" DE MACROINVERTEBRADOS A JUSANTE DE UMA BARRAGEM HIDRELÉTRICA**. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resoluções: Resolução Conama 001, de 23 de janeiro de 1986. **Ministério do Meio Ambiente**, 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 20 out. 2018.

COPPO, T.; LOPES, J. Diversidade de Simuliidae (Diptera: Nematocera) de três cursos d' água no parque ecológico da Klabin S.A. – Telêmaco Borba, Estado do Paraná. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde. Londrina**, v. 31, n. 1, p. 03-14, jan/jun 2010.

CORSEUIL, E.; STRIEDER, M. Atividades de hematofagia em Simuliidae (Diptera, Nematocera) na picada verão. **Acta Biologica Leopoldensia**. V.14, n.2. 1992.

COSCARON, S. Insecta, Diptera, Simuliidae. **Fauna de agua dulce de la Republica Argentina**, v. 38, n. 1, p. 1-105, 1981.

COSCARÓN, S.; COSCARÓN-ARIAS, C.L. **Neotropical Simuliidae (Diptera: Simuliidae)**. Sofia-Moscow: Pensoft, v. 3, 2007. 685 p. (Aquatic Biodiversity in Latin America).

COUCEIRO, Sheyla Regina Marques. **SEDIMENTOS ANTROPOGÊNICOS EM IGARAPÉS DA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO MOURA, COARIAM: EFEITO SOBRE MACROINVERTEBRADOS E DEGRADAÇÃO DE FOLHAS**. Brasília. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, 2009.

CURRIE, D.C.; ADLER, P.H. Global diversity of back flies (Diptera: Simuliidae) in freshwater. In: BALIAN, E.V et al. **Freshwater Animal Diversity Assessment**. Dordrecht: Springer, v. 198, 2008, p. 469-475. (Developments in Hydrobiology).

CROSSKEY, R.W.; HOWARD, T.M. **A revised taxonomic and geographical inventory of world blackflies (Diptera; Simuliidae)**. London: The Natural History Museum, 2004. 82 p.

ELDER, J.F. Metal Biogeochemistry in Surface-Water Systems - A Review of Principles and Concepts. **U.S. Geological Survey Circular 1013**, 1988.

FIGUEIRÓ, R. et al. Diversity and microdistribution of black fly (Diptera: Simuliidae) assemblages in the tropical savanna streams of the Brazilian cerrado. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 107, p. 362-369, 2012.

FILIPINI, G. T. R.; SCHEIBE, L. F.; VIGNATTI, M. A. P. Ensaio sobre o tripé: desenvolvimento, formação sócio espacial e recursos hídricos na mesorregião oeste catarinense. In: **V Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**. Santa Cruz do Sul, 2011.

GAONA, J.C.; ANDRADE, C.F.S. Aspectos da entomologia médica e veterinária dos borrachudos (Diptera: Simuliidae): Biologia, Importância e Controle. **LECTA**. São Paulo, v. 17, n. 1, p. 51-65, 1999.

GINARTE, Carmen María Ambrós. **ESTUDOS DE CAMPO E DE LABORATÓRIO SOBRE O PARASITISMO POR MICROSPORÍDEOS E MERMITÍDEOS EM POPULAÇÕES LARVAIS DE SIMULÍDEOS**. Campinas. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, 1998.



GOODLAND, R.; IRWIN, H. An ecological discussion of the environmental impact of the highway construction program in the Amazon Basin. **Landscape Planning**. Amsterdam, v. 1, p. 123-254, 1974.

GORAYEB, I. de S. Considerações sobre a problemática com insetos hematófagos vetores de doenças. In: SANTOS, S.; HERNANDEZ, F. **Painel de especialistas. Análise crítica do estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte**. Belém, 2009. 230 p.

GREMAUD, Amaury; VASCONCELLOS, Marco Antonio; TONETO JUNIOR, Rudinei. **Economia Brasileira Contemporânea**. 7. ed. Atlas, 2008.

GRILLET, M.E.; BARRERA, R. Spatial and temporal abundance, substrate partitioning and species co-occurrence in a guild of Neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae). **Hydrobiologia**, v. 345, p. 197-208, 1997.

GURGEL-GONÇALVES, R. et al. Bloodsucking insects in rural areas adjacent to the Corumbá IV Hydroelectric dam reservoir, Santo Antônio do Descoberto, Goiás, Brazil. **Revista de Patologia Tropical**, v. 44 , p. 170-180, abr-jun 2015.

HAAS, Terezinha M.K. Entrevista concedida a Luciane Schommer, em janeiro de 2013. Documento inédito.

HAMADA, N.; MCCREADIE, J.W. Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. **Hydrobiologia**, v. 397, p. 71-78, 1999.

HAMADA, N.; MCCREADIE, J.W.; ADLER, P.H. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. **Freshwater Biology**, v. 47, n. 1, p. 31-40, 2002.

HEINEN, Luiz. **Colonização do oeste de Santa Catarina, do Sudoeste do Paraná e parte do planalto catarinense: aspectos sócio-políticos-econômicos e religiosos**. 1991.

HENTGES, Sirlei Maria. **ESPÉCIES DE BORRACHUDO (DIPTERA, SIMULIIDAE) DA MESORREGIÃO DO NOROESTE RIO-GRANDENSE: DADOS BIONÔMICOS E CHAVE PARA SUA IDENTIFICAÇÃO**. Cerro Largo. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Fronteira Sul, 2016.

KIKUCHI, Regina. **IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (UHE LAJEADO) NO RIO TOCANTINS, COM ÊNFASE NA COMUNIDADE BENTÔNICA**. São Carlos. Tese (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, 2005.

LANDEIRO, V.L.; PEPINELLI, M.; HAMADA, N. Species richness and distribution of black flies (Diptera: Simuliidae) in the Chapada Diamantina region, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 332-339, 2009.

LOZOVEI, A.L. et al. Levantamento das espécies de *Simulium* (Diptera, Simuliidae), Riacho dos Padres, município de Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, p. 91-94, mar. 2004.

MAIA-HERZOG, M. et al. Discovery of a new focus of human onchocerciasis in central Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 93, p. 235-239, 1999.

MAIA-HERZOG, Marilza. **A ONCOCERCOSE HUMANA NO BRASIL E SUA DISPERSÃO**. Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Biologia Parasitária) - Fundação Oswaldo Cruz, 1999.

MARDINI, Lúcia; Centro Estadual de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul (Coord.). **Guia para orientação aos municípios sobre manejo integrado, controle e gestão de insetos da família Simuliidae (Diptera, Nematocera) no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CEVS, 2006.

MCALLISTER, D.E. et al. Biodiversity Impacts of Large Dams. **International Union for Conservation of Nature, and United Nations Environmental Programme**. Switzerland, 2001. IUCN/UNEP/WCD, Background Paper, no. 1.

MCCREADIE, J.W. et al. Sampling and statistics in understanding distributions of black fly larvae (Diptera: Simuliidae). **Acta Entomologia Serbica**, p. 89-96, 2006.

MORAES, M. et al. Novas Observações sobre o Foco de Oncocercose da Area do Rio Toototobi, Estado do Amazonas, Brasil. **Revista da FSESP**, v. 22, n. 1, 1979.

MORAES, M. Oncocercose: novos focos no Brasil?. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 19, n. 2, p. 67-68, abr-jun 1986.

MULLER, G.E. et al. Dípteros hematófagos (Culicidae, Psychodidae, Simuliidae) em fragmento de floresta sob impacto de barragem na fronteira dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1194-1196, jul 2014.

NUNES, T. C. et al. Vetores de importância médica na área de influência da pequena central hidrelétrica Mosquitão - Goiás. **Estudos**, Goiânia, v. 35, n. 11, p. 1085-1105, nov. 2008.

OLIVEIRA, Paula Caroline dos Reis. **COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E QUALIDADE DA ÁGUA E DO SEDIMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS LAVAPÉS, CAPIVARA, ARAQUÁ E PARDO, MUNICÍPIO DE BOTUCATU (SP) E REGIÃO**. Botucatu. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, 2009.

PATZ, JA. et al. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. **International Journal for Parasitology**, v. 30, p. 1395-1405, nov 2000.

PEDROSO-DE-PAIVA, Doralice.; BRANCO, Elmo. **O borrachudo: noções básicas de biologia e controle.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 48p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica 23).

PEPINELLI, M. Checklist de Simuliidae (Insecta, Diptera) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica.** Ribeirão Preto, v. 11, n. 1a, 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0341101a2011>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

PETRY, Fabiane. **ASPECTOS BIOLÓGICOS DE DIVERSIDADE E CICLO EVOLUTIVO DE ESPÉCIES DE *SIMULIUM* (DIPTERA, SIMULIIDAE) E SUSCEPTIBILIDADE DE SUAS LARVAS EM BIOENSAIOS LABORATORIAIS COM FORMULADOS DE *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENIS* EM APARATO ELABORADO.** Curitiba. Dissertação (Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

PINTO, M.J.R. et al. A preliminary report on the microdistribution of black fly (Diptera:Simuliidae) larvae from the Serra dos Órgãos region, Brazil, and its habitat quality traits. **Acta Scientiae & Technicae**, v. 2, n. 2, 2014.

ROUQUAYROL, M.Z.; GOLDABAUM, M. Epidemiologia, história natural e prevenção de doenças. In: ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. **Epidemiologia & Saúde.** 6. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2003. p. 15-30.

REDE AMAZÔNICA. História da rodovia BR-210, no AP, foi destaque do Bom Dia Amazônia: Projeto ligaria o Amapá aos países da América do Sul. **Rede Globo.** Amapá, 2016. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/redeamazonica/amapa/noticia/2016/07/historia-da-rodovia-br-210-no-ap-foi-destaque-do-bom-dia-amazonia.html>>. Acesso em: 23 out. 2018.

SÁ, Magali.; MAIA-HERZOG, Marilza. Doença de além-mar: estudos comparativos da oncocercose na América Latina e África. **História,Ciência,Saúde - Manguinhos.** Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 251-258, jan-abr 2003. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702003000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702003000100008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 6 set. 2018.

SANTOS, R.B.; LOPES, J.; SANTOS, K.B. Distribuição espacial e variação temporal da composição de espécies de borrachudos em uma microbacia situada no norte do Paraná. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 289-298, 2010.

SCHOMMER, L.; GASTAL, S. Turismo no Rio Grande do Sul: a presença histórica em Nova Petrópolis, RS. In: **XXVII Simpósio Nacional de História**. Natal, 2013.

SCULLION, J. et al. Comparison of benthic macroinvertebrate fauna and substratum composition in riffles and pools in the impounded River Elan and the unregulated River Wye, Mid-Wales. **Freshwater Biology**, v. 12, n. 6, p. 579-595, 1982.

SIMIONI, Juliano. **AVALIAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS PELA ACUMULAÇÃO DE Cu E Zn NOS SOLOS FERTILIZADOS COM DEJETOS DE SUÍNOS**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SOUZA, César. MORTE, SAÚDE E DITADURA NA CONSTRUÇÃO DA TRANSAMAZÔNICA. **Tempos Históricos**. Cascavel, v. 19, n. 2, p. 65-91, 2º semestre de 2015.

STRIEDER, M.N. Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio Maquiné, RS, Brasil. **Biociências**, v. 10, p. 127-137, 2002.

STRIEDER, M.N.; SANTOS, J.E.; PES, A.M.O. Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 9, p. 527-540, 2002.

STRIEDER, M.; SANTOS, J. E.; VIEIRA, E. Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. Curitiba, v. 50 (1), p. 119-124, mar 2006.

TAVARES, Rafael. **AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR RESÍDUOS EM CORPOS HÍDRICOS NA UFRRJ**. Seropédica. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2014.

TORRES, Lorena. Necessidade de estudos de viabilidade e estudo de impacto ambiental preventivo em grandes empreendimentos. **Direito Diário**. 19 de novembro de 2016. Disponível em: <<https://direitodiario.com.br/a-necessidade-de-estudos-de-viabilidade-e-estudo-de-impacto-ambiental-preventivo-em-grandes-empresendimentos/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

VALENTE, Ana Carolina dos Santos. **ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE SIMULIIDAE EM ÁREA SOB INFLUÊNCIA DE EMPREENDIMENTO HIDROENERGÉTICO: APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DE MANSO, MT, BRASIL**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, 2014.

VIVIANI, A.B.P.; ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C. Período de desenvolvimento ovariano de *Simulium pertinax* Kollar, 1832 (Díptera:Simuliidae) sob condições de laboratório. **Entomología y Vectores**, v. 6, n. 2, p. 180-189, 1999.

VIVIANI, A.B.P. et al. Distribuição e abundância de larvas de *Simulium spp.* em córregos do estado de São Paulo nos diferentes níveis de qualidade da água. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 7, n. 1, p. 48-56, 2012.

VOJVODIC, S.; NELDER, M.D.; MCCREADIE, J.W. Influence of fixation of the blackfly *Simulium vittatum* on morphological characters of the trichomycete *smittium culisetae*. **Acta Entomologica Serbica**, p. 125-130, 2006

WAINFAS, Raquel. **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE SIMULIIDAE (DIPTERA) EM CÓRREGOS SOB A INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS E ANTRÓPICOS DA ÁREA DA UHE PEIXE-ANGICAL, TOCANTINS, BRASIL**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biodiversidade e Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, 2015.

ZHANG, Y. Balancing food availability and hydrodynamic constraint: phenotypic plasticity and growth in *Simulium noelleri* blackfly larvae. **Oecologia**, v. 147, p. 39-46, 2006.