



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE CERRO LARGO

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA

MARCIÉLI BRUM DA SILVA

**UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A BIOLOGIA E O CONTROLE DE
BORRACHUDOS (DIPTERA, SIMULIIDAE)**

CERRO LARGO

2017

MARCIÉLI BRUM DA SILVA

**UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A BIOLOGIA E O CONTROLE DE
BORRACHUDOS (DIPTERA, SIMULIIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador. Prof. Dr. Milton Norberto Strieder

CERRO LARGO

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Silva, Marcieli Brum da
UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A BIOLOGIA E O CONTROLE
DE BORRACHUDOS (DIPTERA, SIMULIIDAE)/ Marcieli Brum da
Silva. -- 2017.
23 f.:il.

Orientador: Milton Norberto Strieder.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Ciências
Biológicas , Cerro Largo, RS, 2017.

1. Simulídeos. 2. Ambiente aquático. 3. Predadores.
4. Controle. 5. Bacillus thuringiensis. I. Strieder,
Milton Norberto, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

MARCIÉLI BRUM DA SILVA

**UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE A BIOLOGIA E O CONTROLE DE
BORRACHUDOS (DIPTERA, SIMULIIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciada em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira sul.

Orientador: Prof. Dr. Milton Norberto Strieder

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 30/11/2017

BANCA EXAMINODORA



Prof. Dr. Milton Norberto Strieder – UFFS



Prof. Dr. David Augusto Reynalte Tataje – UFFS



Prof. Dra. Iara Denise Endruweit Battisti - UFFS

RESUMO

Os simulídeos, são insetos da família Simuliidae popularmente conhecidos como borrachudos no sul do Brasil, pertencem a Ordem Díptera e sub-ordem Nematocera. A revisão taxonômica desde ano apresenta um total de 2072 espécies listadas como válidas em todo o mundo, destas 2060 vivas e 12 fósseis, dentre as quais 492 pertencem ao gênero *Simulium*. Os borrachudos medem aproximadamente de 1 a 3 mm, possuem forma corporal robusta, um par de asas grandes, cabeça, tórax, abdome e colação escura. Os borrachudos são holometabólicos (metamorfose completa). As formas imaturas (larvas e pupas) desenvolvem-se em ambientes aquáticos lóticos, e na fase adulta ocupam os espaços terrestres. Depositam seus ovos em substratos submersos na água. Alimentam-se de néctar. As fêmeas possuem hábitos hematófagos, e atacam animais de sangue quente. Várias espécies de simulídeos têm importância sanitária, pois através de picadas podem atuar como vetores de doenças como a oncocercose e a mansonelose entre outras. Os desequilíbrios no ambiente aquático podem alterar os padrões de distribuição de insetos hematófagos e favorecer a proliferação de determinadas espécies, podendo levar as indesejáveis infestações das formas adultas de espécies de importância sanitária. O extenso uso e ocupação agrícola das bacias hidrográficas, com aplicação de larvicidas e fungicidas em larga escala, o aumento na produção de aves, suínos e bovinos, a falta de saneamento nas residências, o desmatamento e intervenções em matas ciliares próximas a cursos d'água, são alguns dos precursores que tem gerado uma grande quantidade de matéria orgânica nas águas superficiais, resultando na alteração da biodiversidade. O presente trabalho tem como objetivo principal integrar dados da biologia dos simulídeos e apresentar informações sobre os principais métodos de controle, com base na literatura existente. Ao longo das últimas décadas a aplicação continuada de inseticidas químicos DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) e BHC (Hexaclorobenzeno) ligado a outros fatores como a utilização repetida e descontrolada dos mesmos ingredientes, fez com que os alvos (insetos), desenvolvessem processos seletivos e conseqüentemente uma capacidade de resistência. Em vários lugares do mundo a aplicação desses produtos químicos, não estavam mais respondendo de acordo com o esperado para o controle populacional desses insetos, surgindo assim a necessidade de novas técnicas para controlar os borrachudos. Atualmente a bactéria *Bacillus thuringiensis israelensis*, Bti está sendo preferencialmente usada em programas de controle biológico e atua também como base de vários produtos utilizados no controle de outros mosquitos. O controle com agentes biológicos geralmente apresentam maior eficiência por atingirem exclusivamente o grupo de insetos alvo. A aplicação de produtos a base de Bti é realizada diretamente na água dos arroios, atuam na fase larval e tem se mostrado eficaz em várias regiões em que foram usados. Por atuar apenas sobre as formas imaturas dos simulídeos e não deixar resíduos na água, este produto é favorável a preservação ambiental. O melhor método de controle de borrachudos e outros insetos é a conscientização das pessoas, que podem ajudar a manter a integridade do ambiente resultando no equilíbrio biológico e na qualidade de vida das pessoas.

Palavras-chave: Simulídeos. Ambiente aquático. Predadores. Controle. *Bacillus thuringiensis*.

ABSTRACT

Simuliidae, which are insects of the Simuliidae family popularly known as black flies in southern Brazil, belong to the Diptera Order and suborder Nematocera. The taxonomic revision since year presents a total of 2072 species listed as valid worldwide, of these 2060 live and 12 fossils, among which 492 belong to the genus Simulium. Squeegees measure approximately 1 to 3 mm, have a robust body shape, a pair of large wings, head, thorax, abdomen and dark collation. The suckers are holometabolic (complete metamorphosis). The immature forms (larvae and pupae) develop in lotic aquatic environments, and in the adult phase occupy the terrestrial spaces. They lay their eggs on substrates submerged in water. They feed on nectar. Females have hematophagous habits, and attack warm-blooded animals. Several species of Simuliidae have sanitary importance, as they can act as vectors of diseases such as onchocerciasis and mansonellosis, among others. Imbalances in the aquatic environment can alter the distribution patterns of hematophagous insects and favor the proliferation of certain species, and may lead to the undesirable infestations of adult forms of species of sanitary importance. Extensive agricultural use and occupation of watersheds, with larvicidal and fungicide application on a large scale, increased production of poultry, pigs and cattle, lack of sanitation in homes, deforestation and interventions in riparian forests near courses of d ' water, are some of the precursors that have generated a large amount of organic matter in surface waters, resulting in the alteration of biodiversity. The present work has as main objective to integrate data of the biology of the black flies and to present information about the main methods of control, based on the existing literature. Over the last decades the continued application of chemical insecticides DDT (dichloro-diphenyl-trichloroethane) and BHC (Hexachlorobenzene), linked to other factors such as repeated and uncontrolled use of the same ingredients, led to the development of selective processes and hence a resilience. In several places in the world the application of these chemicals were no longer responding as expected to the population control of these insects, thus arising the need for new techniques to control flies. Currently the bacterium *Bacillus thuringiensis israelensis*, Bti is being preferentially used in biological control programs and also acts as the basis of several products used to control other mosquitoes. The control with biological agents usually presents greater efficiency by reaching exclusively the group of insects target. The application of products based on Bti is carried out directly in the water of the streams, they act in the larval phase and have been effective in several regions in which they were used. By acting only on the immature forms of the simids and not leaving residues in the water, this product is favorable to environmental preservation. The best method of controlling gushes and other insects is people's awareness, which can help maintain the integrity of the environment resulting in the biological balance and quality of life of people.

Keywords: Black flies. Aquatic environment. Donors. Control. *Baccilus Thuringiensis*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	DESENVOLVIMENTO.....	10
2.1	METODOLOGIA.....	10
2.2	BIOLOGIA DOS SIMULÍDEOS.....	11
2.3	CONTROLE DE SIMULÍDEO.....	15
2.3.1	Controle químico e físico.....	15
2.3.2	Controle biológico.....	17
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Os simulídeos são insetos popularmente conhecidos como borrachudos ou piuns, pertencem a Ordem Díptera que compreende também os pernilongos e as moscas domésticas. Os borrachudos fazem parte da sub-ordem Nematocera, pertencentes ao gênero *Simulium* e a família Simuliidae. São sazonais, ocupam áreas próximas a rios, riachos, cachoeiras e córregos de águas correntes, estão presentes em ambientes lóticos do mundo todo, exceto na Antártica (PEPINELLI, 2008).

São encontrados somente em águas bastante agitadas, esses ambientes lóticos favorece o desenvolvimento das formas larvais dos simulídeos, pois têm maior concentração de oxigênio e uma melhor distribuição de nutrientes dissolvidos ou em suspensão. “Os simulídeos apresentam distribuição cosmopolita e são comuns na África e América do Sul, onde atuam como vetores de oncocercose. Na América do Norte, são comuns em regiões dos grandes lagos do Canadá e do Norte dos Estados Unidos” (MURRAY; ROSENTHAL; PFALLER, 2006, p. 905). No Brasil são encontrados em todo país, mas com maior concentração na região sul.

Na área médica humana, veterinária e econômica os simulídeos também tem grande importância, as picadas desses insetos causam grande incômodo e dificultam o trabalho no campo além de causar incômodo (coceiras) que podem durar vários dias, podendo até progredir para infecções secundárias (TEIXEIRA et al.,2014), isto está relacionado “ao fato das fêmeas serem hematófagas, e, portanto, potenciais transmissoras de agentes etiológicos como vírus, bactérias, protozoários e filárias que causam doenças ao homem e outros animais” (PES et al., 2007, p.45).

Esses insetos são vetores de doenças como a oncocercose e a mansonelose. A mansonelose é uma das doenças transmitidas através das picadas de borrachudos, onde repassam microfilárias de *Mansonella ozzardi*, que atingem o sistema linfático e cavidade abdominal, instalando-se em membranas pericárdicas e no sistema nervoso central, provocando febre, dores de cabeça e nas articulações, além de coceiras (MAIA; DIREITO; FIGUEIRÓ, 2014). A oncocercose, também conhecida como “cegueira dos rios”, é uma doença parasitária crônica, causada pela filaria *Onchocerca volvulus*, única espécie encontrada no Brasil, essa doença é caracterizada pelo surgimento de nódulos subcutâneos fibrosos em várias regiões do corpo.

Os simulídeos também transmitem filarias que causam oncocercose bovina e equina e vírus que causam estomatite vesiculosa em gado. Algumas espécies transmitem leucocitoozoonose, doença das aves domésticas e silvestres (BOWMAN, 2010).

Adler & Crosskey (2017), em uma nova revisão taxonômica, apresentam um total de 2072 espécies formalmente designadas e listadas como válidas em todo o mundo, destas 2060 atualmente vivas e 12 fósseis, dentre as quais 492 pertencem ao gênero *Simulium*, no Brasil estão registradas 95 espécies de simulídeos, com maior ocorrência no sul do país. De acordo com Strieder (2004), no estado do Rio Grande do Sul ocorrem 32 espécies de borrachudos.

No Rio Grande do Sul, com a expansão do turismo em áreas rurais a partir da década de 70, fez-se necessárias ações de controle de simulídeos, devido aos relatos de ataques desses insetos. A atividade hematófaga desses insetos acaba interferindo na agricultura, pecuária e até mesmo no turismo (STRIEDER, 2005). O Decreto 31.211 (RIO GRANDE DO SUL 1983) cria o Programa Estadual de Controle dos Simulídeos, desde então foram feitos levantamentos epidemiológicos para desenvolver ações de controle de simulídeos em muitos municípios.

O controle dos simulídeos é feito através de composições químicas e biológicas. Os produtos químicos utilizados são inseticidas organoclorados e organofosforados. No controle biológico são utilizados predadores e patógenos, os métodos de ataque utilizados para o controle das populações de simulídeos, ocorre nas fases imaturas por estas ocorrerem sobre substratos no meio aquático. Atualmente, uma forma de controle é feita com maior frequência a base de larvicida biológico, o *Bacillus thuringiensis* variedade *israelensis*.

“Desde a década de 40 com o advento do DDT (Dicloro-difenil-tri-cloro-etano), os compostos químicos têm sido amplamente utilizados no combate aos insetos vetores ou pragas da agricultura [...] passaram a ser utilizados de maneira desordenada, abusiva e supostamente preventiva” (ANDRADE; SANTOS, 2004).

Os diversos impactos ambientais em bacias hidrográficas causam desequilíbrio na diversidade biológica dos ecossistemas aquáticos, principalmente em consequência do elevado despejo de matéria orgânica não tratada nos cursos d'água, oriunda da produção de aves, suínos e outros animais domésticos (STRIEDER; SANTOS; VIEIRA, 2004). Segundo Strieder (2005) a destruição da mata ciliar, alterações no leito e ocupação do solo das margens dos rios e riachos

afetam o padrão de distribuição das espécies de borrachudos e pode resultar na diminuição de predadores naturais e conseqüentemente o aumento da população de algumas espécies. Neste contexto, as ações programadas para o controle a simulídeos, devem focar na conservação da qualidade da água e preservação a integridade biológica dos cursos de água.

Sendo assim, a abrangência de dados biológicos sobre os Simuliidae e principalmente o conhecimento sobre a eficiência dos métodos de controle utilizados contra esses insetos, são de grande importância. Através de pesquisa bibliográfica o presente trabalho teve como objetivo buscar e atualizar informações referentes à biologia dos borrachudos (Diptera, Simuliidae), métodos químicos e biológicos utilizados no controle dos simulídeos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

O presente estudo apresenta dados existentes relacionados à biologia dos borrachudos e aos métodos utilizados para o controle dos mesmos. Os estudos apresentados resultam de uma pesquisa usando as ferramentas Google e Google Acadêmico. Através de palavras-chave previamente escolhidas (Simulídeos, Ambiente aquático, Predadores, Controle de borrachudos, *Bacillus thuringiensis*), durante três meses foram feitas escolhas aleatórias de estudos referentes aos simulídeos dos últimos 15 anos. A busca por conteúdos relacionados foi realizada principalmente por meios eletrônicos. Tendo em vista a importância dos simulídeos na medicina humana e animal, como vetores de doenças que acabam afetando a saúde e também a economia, surge a necessidade de se ter certo conhecimento sobre esses insetos.

2.2 BIOLOGIA DOS SIMULÍDEOS

Os borrachudos medem aproximadamente 1 a 3 mm, sendo que as fêmeas são geralmente maiores que os machos, possuem cabeça, tórax e abdome e um par de asas grandes, apresentam forma robusta e corcunda, tem coloração escura (negra, castanha ou acinzentada) (MESSIAS, 2011).

Estes insetos depositam seus ovos em substratos como pedras, vegetação submersa dentro da água, eventualmente em áreas úmidas ao lado dos cursos de água ou então diretamente na água (CEVS, 2006), as fêmeas de simulídeos ovipositam, em média, massas de 200 a 300 ovos (ARAÚJO-COUTINHO & LACEY, 1990 apud MAIA; DIREITO; FIGUEIRÓ, 2014, p.90). Seus ovos são de tamanho pequeno e formato semitriangular e são de desenvolvimento holometabólico (metamorfose completa). Passam pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. As fases de ovo, larva e pupa ocorrem dentro da água e a fase adulta é terrestre e aérea (MATIAS, 2016).

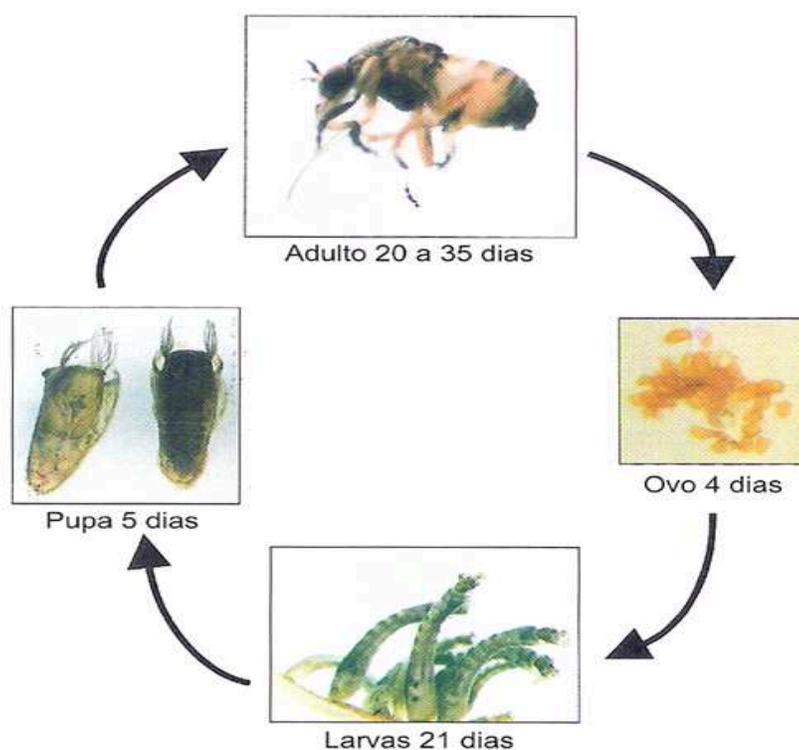
O desenvolvimento durante o estágio larval ocorre em 6 a 9 etapas (ecdises) dependendo da espécie (MAIA; DIREITO; FIGUEIRÓ, 2014). A duração de cada estágio do ciclo de vida depende de inúmeros fatores, como espécie, temperatura, alimentação disponível para a fase larval, pH dos criadouros (PINTO, 2012), com o tempo de duração aproximadamente de 30 dias, desde a fase de ovo até a formação do indivíduo adulto (Fig. 1). As larvas de borrachudos após saírem dos ovos fixam-se através de suas ventosas. Desenvolvem-se em água corrente, estando, portanto sempre fixadas aos substratos (vegetação e rochas) das margens e do leito de rios e riachos, filtrando microrganismos para sua alimentação (ANDRADE, 2008).

“As larvas têm de 3 a 12 mm de comprimento, corpo alongado e alargado no abdome, uma cápsula cefálica bem desenvolvida, pentes cefálicos, antenas finas, papilas anais e um disco de ganchos com o qual se prende substrato” (CUMMINS, 1973 apud MAIA; DIREITO; FIGUEIRÓ, 2014, p. 90). A respiração ocorre por difusão através da pele.

As larvas possuem escovas em forma de um leque que serve para facilitar a alimentação e um par de glândulas salivares se estende da região anterior para a posterior do corpo, são elas que secretam os fios de seda utilizados para a fixação da larva no substrato e para tecer o casulo que abriga a pupa (PINTO, 2012). O alto teor de oxigênio da água é condição essencial para o

desenvolvimento das larvas de borrachudos, devido a sua necessidade metabólica (COPPO; LOPES, 2010).

Figura 1 - Ciclo de vida dos Simulídeos.



Fonte: www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/livre-se-dos-borrachudos.

A pupa possui cabeça e tórax únicos (cefalotórax) onde fica um par de brânquias ramificadas e alongadas, podendo em algumas espécies essas ramificações serem menores, a morfologia das brânquias e do casulo são características importantes na identificação das espécies. A pupa fica à baixo da lâmina d' água e não se alimenta até se transformar em adulto, fica envolta por um casulo tecido pela larva, possuem ganchos em seu abdômen que auxiliam na fixação ao casulo.

Após a formação, o inseto adulto emerge em uma bolha de água até a superfície, os insetos adultos são terrestres e possuem hábitos diurnos. Sua capacidade de vôo pode chegar a 700 - 800 metros de distância do local do seu desenvolvimento. A fertilização ocorre logo após o surgimento da fêmea, os machos emergem um pouco antes, e podem ficar concentrados ao lado dos cursos d' água a espera das fêmeas (RUBTSOV, 1990). Embora se possa observar alguns exemplares durante todo dia, a sua maior abundância ao entardecer.

Ambos os sexos podem se alimentar de néctar e somente as fêmeas de algumas espécies são hematófagas e necessitam de sangue de vertebrados (sangue quente) para completar o desenvolvimento dos ovos (ZAMPIVA; PEPINELLI, 2016) sendo que algumas espécies têm preferência por sangue humano (CARRO, 2012). Esses insetos possuem um aparelho bucal mastigador modificado capazes de rasgar a pele formando uma erupção cutânea, onde fica acumulado uma quantidade de sangue que em seguida é sugado, no local de ocorrência da lesão fica um ponto vermelho de sangue. Através de proteínas e peptídeos que tem na saliva este sangue não coagula e a pessoa não sente a picada pela presença de um anestésico (MATIAS, 2016). São pungitivos e classificados como sendo picador-sugador (AHID, 2009). O tempo de vida dos borrachudos adultos é aproximadamente duas semanas.

Os predadores naturais dos borrachudos incluem insetos, peixes, aves e fungos. Fazem parte da dieta alimentar de outros macroinvertebrados nos diferentes estágios de vida (ovo, larva e pupa). Os ovos sofrem menos ataques de parasitas e predadores, já na fase de ovo, o principal inimigo são as larvas de Chironomidae. O índice de mortalidade devido a fatores bióticos é maior na fase larval do que na fase de pupa (RUBTSOV, 1990). Os predadores pertencem a diferentes espécies das seguintes ordens: Ordem Diptera a família Chironomidae; Ordem Plecoptera – Perlidae; Ordem Trichoptera – Hydroptilidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae; Ordem Ephemeroptera – Baetidae, Leptohyphidae; Ordem Coleoptera – família Elmidae; Ordem Odonata – família Libellulidae; Ordem Megaloptera – Corydalidae; Ordem Decapoda – Aeglididae (CASTALDI & GITIÉRREZ, 1981; CRISP, 1956; CROSSKEY, 1990; ELLIOTT, 2000; GORAYEB & MOK, 1982; GORAYEB & PINGER, 1978; JENKINS, 1964; LAIRD, 1981; WOTTON et al. 1993; DAMALT, 1956; KURALOVÁ & OLEJNICEK, 1985; MALMQVIST, 1994; SERVICE, 1974; DISNEY, 1972; FLINT, 1983; LINDEGAARD, 1997; PETERSON & DAVIES, 1960; WERNER & PONT, 2003; MAGNI & DANIEL, 1989 apud. SANTOS Jr et al.,

2007). Na Amazônia Central também foram encontrados possíveis predadores de simulídeos, de acordo com Alencar, Hamada, Magni-Darwich (1999), após a analisar o conteúdo estomacal de algumas espécies de insetos, foram encontrados formas jovens de borrachudos, na Ordem Plecoptera – Perlidae; Ordem Odonata – Agrionidae, Coenagrionidae, Gomphidae, Dicteriadidea, Libellulidae; Dentre os peixes analisados, apresenta como predadores os Characidae – *Microcharacidium gnomus*.

Em outros estudos realizados algumas espécies de peixes também aparecem como possíveis predadores de larvas de simulídeos, Py-daniel (2015) apresentou algumas espécies predadoras de formas jovens de borrachudos, tais como: Anostomidae – *Leporinus fasciatus* (Aracu); Serrasalminidae – *Myleus pacu* (Pacu); Cichlidae – *Geophagus* sp., *G. proximus*, *Crenicichla* cf. *hummelincki* (Acará); Loricariidae – *Hypostomus* sp. (Bodó); Chacacidae – *Bryconops caudomaculatus* (Piaba), *Roebooides myerssi* (Madalena); Doradidae – *Spatuloricaria* sp., *Pseudocetopsis minuta*, *Stenodoras* cf. *brevis*, *Hemipsilichthys comeroni*, *Churacidium* sp., *Acentronichthys leptos*, *Pimelodella* cf. *ransitória* e *Rhamdia quelem* (Jundiá) (SATO, 1987). (Valenciennes, 1935; Boulenger, 1892). No Rio Grande do Sul Strieder (1986), analisou o conteúdo estomacal de algumas espécies e encontrou formas jovens de simulídeos nas seguintes espécies: *Heptapterus mustelinus*, *Rineloricaria latirostris*, *Rhamdia* spp. No Paraná Dellome Filho (1985), destacou como possíveis predadores as espécies Pimelodidae - *Microglanis cottoides* Boulenger (1891), *Heptapterus* sp.; Characidae – *Characidium* sp. ; Cyprinodontidae – *Rivulus* sp.; Callichthyidae - *Corydoras nattereri* Steinachner (1876); Loricariidae - *Pseudancistrus* sp., *Rineloricaria* sp.

2.3 CONTROLE DE SIMULÍDEOS

2.3.1 Controle químico e físico

Durante várias décadas o controle de simulídeos foi realizado com a aplicação em grande escala de DDT e outros compostos organoclorados, alguns estudos têm sido realizados para observar possíveis danos aos animais que ficaram expostos por esses produtos químicos. Em vários países o controle com agentes químicos foram substituídos por agentes de controle microbianos, alternativas mais favoráveis ao ambiente. Atualmente compostos químicos estão sendo usado em poucos programas conhecidos, como o Programa de Erradicação da Oncocercose Humana na África Ocidental (LACEY; MERRITT, 2013). Os compostos utilizados em áreas com alta ocorrência de insetos possuem em sua formulação organofosforado, estes são indicados pela Organização Mundial da Saúde pelo seu baixo índice de toxicidade aos humanos.

Os programas de controle de simulídeos no Brasil nos anos 70, inicialmente foram realizados com produtos organoclorados com (DDT e BHC), que posteriormente foram sendo substituídos por produtos a base de organofosforados (Temephos).

A susceptibilidade de alguns insetos a composições de um produto químico pode evidenciar o desenvolvimento de resistência ao composto utilizado. Vários estudos apresentaram evidências de resistência de algumas espécies ao larvicida organofosforado Temephos como, por exemplo, “*Simulium (Edwardsellum) damnosum* s.l. na África e em populações de *Simulium (Chirostilbia) pertinax* (Guillet et al., 1980 apud. CAMPOS, ANDRADE, 2002, p. 662) e outros simulídeos do Sul e Sudeste do Brasil (Andrade, 1989a, 1989b; Andrade & Campos, 1995; Andrade & Castello-Branco Jr., 1990, 1991; Ruas Neto, 1984; Ruas Neto et al., 1984, apud CAMPOS, ANDRADE, 2002, p. 662)”. De acordo com Braga & Valle (2007 apud. TEIXEIRA et al. 2014), com a resistência aos inseticidas pode ser relacionadas a vários fatores, como pressão na seleção, o uso de concentrados de maneira descontrolada, a falta de diferentes ingredientes ativos nos compostos químicos aplicados. “A alta taxa de reprodução e a baixa mobilidade das espécies, somado a fatores climáticos contribuem para evolução da resistência” (MONTAGNA et al. 2012 apud. TEIXEIRA et al. 2014, p. 662).

O controle físico consiste na remoção para fora dos cursos d’água dos substratos (galhos, folhas, entulhos e lixo) que possam ter ovos, larvas e pupas de simulídeos. Assim com a

diminuição de possíveis habitats para oviposição e desenvolvimento dos demais estágios dos borrachudos, ocorre conseqüentemente uma diminuição no número de futuros insetos adultos.

2.3.2 Controle biológico

As bactérias têm despertado curiosidades a pesquisadores e setores das indústrias principalmente pela sua especificidade e comportamento, muitas vezes como agentes patogênicos para várias outras espécies. Em 1940 surgiram os primeiros inseticidas sintéticos, os novos métodos de controle revolucionaram as ações de combate aos insetos vetores de doenças, sendo possível controlar e até mesmo erradicar algumas doenças (CONSOLI; OLIVEIRA, 2004).

Os agentes de natureza patogênica utilizados para controle biológico podem agir como parasitas de espécies de insetos específicos durante as fases do ciclo evolutivo. Segundo Petry et al., (2004) no mundo todo são gastos milhões no controle a insetos vetores de doenças em humanos e plantações. O número de pessoas acometidas com doenças através de vetores chega a um bilhão a cada ano.

Com o desenvolvimento na biologia molecular a partir da década de 80 do século passado foi possível melhorar geneticamente o desempenho de microrganismos naturalmente patogênicos para alguns insetos. Algumas bactérias patogênicas têm sido usadas como método de controle de agentes transmissores de doenças, “como princípio ativo de bioinseticida por sua patogenicidade e especificidade sobre larvas de borrachudos” (LACEY; LACEY, 1981; BECKER et al., 1992; BROWN et al., 1998; 1999; 2000; RODRIGUES; WANDERLI; JOSÉ, 1998; NAYAR et al., 1999; CHUNG et al., 2001; FILLINGER; KNOLS; BECKER, 2003; POLLOM, 2003; CAVADOS et al., 2005 apud. SANTOS; LOPES, 2009, p. 1018).

Em 1964 foram identificadas cepas de *Bacillus sphaericus* (KELLEN; MEYERS, 1964) e posteriormente realizou-se o isolamento da variedade *Bacillus thuringiensis* (GOLGBERG; MARGALIT, 1977), e o sorotipo *B. t. israelensis* (BARAC, 1978), este com alta toxicidade para larvas e mosquitos, a produção em massa dessas bactérias possibilitam o armazenamento, transporte e a aplicação. A bactéria *B. thuringiensis* sorotipo *israelensis* (Bti), e *B. sphaericus* são aliadas no controle a mosquitos e borrachudos. Neste bioinseticida, há uma grande quantidade de toxinas protéicas que são produzidos durante a esporulação, em condições apropriadas, após serem ingeridos tornam-se altamente tóxicas para algumas espécies. Esses compostos apresentam proteínas inseticidas, as delta-endotoxinas, codificadas pelos genes Cry, posteriormente esses genes passam pelo processo de clonagem e produzem as δ -endotoxinas diversificadas com espectros de atividade que variam de acordo com a raiz de Bti. (PETRY, et al., 2004).

O Programa de Controle a Simulídeos do Rio Grande do Sul foi o pioneiro na utilização do larvicida Bti para controle de borrachudos. Os programas de controle utilizam o Bti pela inexistência de toxicidade, pois não causam danos ao ambiente, seres humanos e animais, já em relação ao *Bacillus sphaericus*, sua eficiência é restrita ao gênero *Culex*, tendo baixa toxicidade para outras espécies e gêneros como *Aedes* e *Anopheles*. O bioinseticida é aplicado diretamente sobre a água, com espaçamentos que são calculados de acordo com o tamanho do rio, riacho ou córrego e o fluxo da água e age nas formas imaturas de borrachudos. A espécie de bactéria mais utilizada é o *B.t. israelensis*, com aplicação para controle de *Simulium pertinax* (BELTRÃO, 2006).

A eficiência no controle de simulídeos envolvem orientações técnicas, que dependem do conhecimento científico, ecológico e fatores ambientais que possam interferir no ciclo de vida desses insetos. 1- Identificar a espécie; 2- Analisar as condições ambientais, que possam favorecer para o aumento do número de indivíduos; 3- Monitoramento da espécie durante o ciclo de vida; 4- Envolver a comunidade em ações de manejo ambiental, para reduzir alterações no ambiente (matas costeiras aos cursos d' água), preservar a qualidade da água; 5- Aplicação de métodos de controle biológicos (Bti) anualmente (STRIEDER, 2005).

O controle biológico possui algumas vantagens quando comparado a controles químicos, por exemplo, nas aplicações e ação do produto não há exposição de indivíduos a produtos químicos perigosos; são biodegradáveis e não prejudicam animais benéficos que ocorrem no ambiente aquático, como peixes, insetos predadores, mesmo o predador se alimentando de larvas já inoculadas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu ampliar o conhecimento já consolidado acerca dos simulídeos. Os constantes incômodos principalmente nas áreas rurais fez com que esses insetos fossem alvo de estudos sobre a sua biologia e métodos de controle há décadas. A sua importância, principalmente para área médica leva em conta o fato de esses insetos serem transmissores de doenças tanto para seres humanos quanto para animais domésticos. O aumento populacional dos borrachudos está diretamente ligado a falta de manejo adequado de rejeitos oriundos do aumento na criação de bovinos, suínos e outros animais voltados à economia do país, da falta de saneamento básico, aplicação de larvicidas, desmatamento, interferências no ecossistema também contribuem para a diminuição de algumas espécies presentes no meio, vistos como predadores naturais de simulídeos, conseqüentemente ocorrem o aumento no número de borrachudos.

Ao longo do tempo, vários larvicidas e inseticidas foram utilizados como métodos de controle para os simulídeos, que com o passar do tempo desenvolveram uma resistência a ingredientes presentes nesses compostos. Sendo assim surgiu à necessidade da elaboração de métodos de controle que não interferissem no ambiente, através de estudos de microrganismos surgiram compostos a base de bactérias patogênicas para alguns insetos (biolarvicidas), tornando possível o controle biológico, este tem sido o principal método utilizado em várias partes do mundo, já que além de não prejudicar o ambiente, não possuem ingredientes tóxicos, e apresentam ótimos resultados após a sua aplicação.

Mesmo com métodos específicos para o controle de borrachudos, o melhor método no controle de simulídeos e outros insetos é a conscientização das comunidades, que podem ajudar mantendo a integridade das águas, descartando corretamente resíduos liberados pela criação de animais domésticos, fazendo o descarte e tratamento adequado de resíduos sólidos gerados pelas residências, auxiliando assim a manter o equilíbrio biológico e a qualidade de vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

- ADLER, Peter H.; CROSSKEY, Roger W. **World blackflies (diptera: simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory [2017]**. 2017. Disponível em: <<https://biomia.sites.clemson.edu/pdfs/blackflyinventory.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.
- AHID, Sílvia Maria Mendes. **Entomologia veterinária**. 2009. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/98/ENTOMOLOGIA/APOSTILA_ENTOMOLOGIA_VETERINÁRIA2009.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.
- ALENCAR, Yamile B.; HAMADA, Neusa; MAGNI-DARWICH, Sandra. **Análise do conteúdo estomacal de possíveis predadores de Simuliidae (Diptera: Nematocera), em dois igarapés de terra firme na Amazônia Central, Brasil**. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aseb/v28n2/v28n2a17.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.
- ANDRADE, Carlos Fernando S.; SANTOS, Luciana Urbano dos. **O uso de predadores no controle biológico de mosquitos, com destaque aos aedes**. 2004. *Departamento de Zoologia, IB- UNICAMP e Pós Graduação em Parasitologia, IB-UNICAMP. Disponível em: <https://www2.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/arquivos/artigos_tecnicos/C B de mosquitos eu+lu 2004.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.
- ANDRADE, C.F.S. **Controle biológico de borrachudos – dosagens de produtos à base de Bacillus thuringiensis var. israelensis** Artigos Técnicos - Unicamp, Instituto de Biologia, Dep. de Zoologia, Campinas, 2008. Site Ecologia Aplicada, 19pp. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/>. Acesso em: 11 set.2017.
- BELTRÃO, Henrique de Barros Moreira. **Interação das toxinas Cry do Bacillus thuringiensis svar. israelensis com o mesêntero de larvas do vetor Aedes aegypti (Diptera: Culicidae)**. 2006. Disponível em: <<https://thesis.icict.fiocruz.br/pdf/beltrao-hbm.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.
- BOWMAN, Dwight D. **Parasitologia veterinária**. Trad. Saunders. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias : guia de bolso / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 8. ed. rev. – Brasília : Ministério da Saúde, 2010**. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_infecciosas_parasitaria_guiabolso.pdf>. Acesso em: 25 de out. de 2017.
- CARRO, Karina Bertazo del. **1 CNPq \ CAPES \ UFES Influência Dos Fatores Ambientais em Diferentes Escalas Espaciais s obre a Distribuição de Simulídeos (Diptera: Nematocera) em Córregos Tropicais**. 2012. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_5361_Karina Bertarzo_Dissertação_Final.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017

CAMPOS, Jairo; ANDRADE, Carlos Fernando S.. **Resistência a inseticidas em populações de Simulium (Diptera, Simuliidae)**. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n3/9294.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.

CHARRO, Franciele. **Simulídeos**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/insetos/simulideos/>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

COPPO, Taciana Lopes; LOPES, José. **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 e da Saúde**, Londrina, v. 1, n. 31, p.03-14, jan. 2010. Semestral. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/6600/5988>>. Acesso em: 07 set. 2017.

Escalas Espaciais sobre a Distribuição de Simulídeos (Diptera: Nematocera) em Córregos Tropicais. 2012. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_5361_KarinaBertarzo_Dissertação_Final.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017

HAMADA, Neusa; PEPINELLI, Mateus; MARDINI, Lucia Beatriz L.F. Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual da Saúde. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. **Simulídeos: Programa Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil: chave de identificação de pupas da família Simuliidae (Diptera, Nematocera) para apoio às equipes regionais e municipais na determinação das espécies**. Porto Alegre: CEVS, 2006 a.

Integridade ambiental de cursos d' água. 2012. Disponível em: <[http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/ccbs/marlon Jose ribeiro pinto.pdf](http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/ccbs/marlon%20Jose%20ribeiro%20pinto.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2017.

LACEY, Lawrence A.; MERRITT, Richard W. The safety of bacterial microbial agents used for black fly and mosquito control in aquatic environments. In: HOKKANEN, Heikki M. T.; HAJEK, Ann E.. **Environmental Impacts of Microbial Insecticides: Need and methods for risk assessment**. Alemanha: Springer Science & Business Media, 2013. Cap. 8. p. 151-168.

MAIA, A.; DIREITO, I. C. N., FIGUEIRÓ, R. **Controle biológico de simulídeos (Diptera: Simuliidae): panorama e perspectivas**. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, nº 25, quadrimestral, p. 89-104, ago. 2014.

MATIAS, Ricardo Soares. **Gerenciamento de borrachudos: Importante conhecer e como realizar o Controle de Borrachudos**. 2016. Disponível em: <<https://www.pragaseeventos.com.br/saude-ambiental/gerenciamento-de-borrachudos/>>. Acesso em: 10 set. 2017.

Messias, Maria Conceição. **Vivendo com os insetos**. Rio de Janeiro, RJ : Biomanguinhos/FIOCRUZ, 2011. Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/images/livro-insetos.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2017.

Moscas de Importância Veterinária. 2013. Disponível em: <<http://policlinicaveterinaria.com.br/moscas-de-importancia-veterinaria/>>. Acesso em: 12 set. 2017.

MURRAY, Patrick R.; ROSENTHAL, Ken S.; PFALLER, Michael A. **Microbiologia Médica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=gkn5wMuAJQEC&pg=PA905&lpg=PA905&dq=conhecidos+como+borrachudos+ou+piuns&source=bl&ots=7j38vsQOse&sig=N7520tN9549ITdUMke4jV2DwwmU&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi-g7Dz0I7XAhUH15AKHSCuDu8Q6AEIYZAL#v=onepage&q=conhecidos como borrachudos ou piuns&f=false](https://books.google.com.br/books?id=gkn5wMuAJQEC&pg=PA905&lpg=PA905&dq=conhecidos+como+borrachudos+ou+piuns&source=bl&ots=7j38vsQOse&sig=N7520tN9549ITdUMke4jV2DwwmU&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi-g7Dz0I7XAhUH15AKHSCuDu8Q6AEIYZAL#v=onepage&q=conhecidos+como+borrachudos+ou+piuns&f=false)>. Acesso em: 08 out. 2017.

NICOLAS, L.. **Bacteriological control of mosquitoes and blackflies: present aspects and perspective of research**. 1992. Pesquisa agropecuária brasileira. Disponível em: <<https://seersct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3819/1110>>. Acesso em: 22 out. 2017.

PEPINELLI, Mateus. **Simuliidae (Diptera, Nematocera) do estado de São Paulo**. 2008. 161 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia e Recursos Naturais, Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

PES, Ana Maria Oliveira et al. **Insetos aquáticos: simuliidae e outros**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/29_bio_04_cap4_insetosaquaticos.pdf>. Acesso em: 11 set. 2017.

Pes, A.M.O.; Pereira, D.L.V.; Salles, F.F.; da Silva, J.O.; Hamada, N. 2007. Capítulo 4. **Insetos aquáticos: Simuliidae e outros**. p. 45-55. In: Rapp Py-Daniel, L.; Deus, C.P.; Henriques, A.L.; Pimpão, D.M.; Ribeiro, O.M. (orgs.). Biodiversidade do Médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação. INPA: Manaus, 244pp.

PETRY, Fabiane et al. **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**, Curitiba, p.127-132, abr. 2004.

PINTO, Marlon José Ribeiro. **Distribuição, riqueza e diversidade de borrachudos (Diptera: Simuliidae) na Mata Atlântica: Uso potencial como bioindicadores de integridade ambiental de cursos d`água**. 2012. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/ccbs/marlon Jose ribeiro pinto.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

PRADO, Ângelo Pires do. **Dípteros de importância veterinária**. 2004. Disponível em: <<http://www.rbpv.ufrj.br/documentos/13supl.12004/pe13s1108.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

PY-DANIEL, Victor. **Rio jauaperi / cachoeira travessão – Roraima. 1999**. Disponível em: <<http://simuliidae-neotropical-py.blogspot.com.br/2015/11/parte-iii-rio-jauaperi-peixessimuliidae.html>>. Acesso em: 05 out. 2017.

RUBTSOV, Ivan Antonovich. **Fauna of the ussr diptera: Blackflies (Simuliidae)**. 2. ed. New Work: e J. Brill, 1990. 6 v. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=VF8LiVK-CYcC&pg=PA95&lpg=PA95&dq=predator+fish+species+of+blackflies+larvae&source=bl&ots=ro-3NZDKrW&sig=z_y8OK1NGfq7OHiMTAom6bcUfGw&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjxq7zM6K3XAhVMgJAKHfJHBvMQ6AEIRTAH#v=onepage&q=predator fish species of blackflies larvae&f=false](https://books.google.com.br/books?id=VF8LiVK-CYcC&pg=PA95&lpg=PA95&dq=predator+fish+species+of+blackflies+larvae&source=bl&ots=ro-3NZDKrW&sig=z_y8OK1NGfq7OHiMTAom6bcUfGw&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjxq7zM6K3XAhVMgJAKHfJHBvMQ6AEIRTAH#v=onepage&q=predator+fish+species+of+blackflies+larvae&f=false)>. Acesso em: 16 out. 2017.

SANTOS, Fernando Pereira dos; LOPES, José. **Desenvolvimento de nova metodologia para aplicação de bioinseticidas no controle de borrachudos (Diptera: Simuliidae) em ribeirões com fluxo de água irregular**. 2009. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1017-1030, out./dez. 2010. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/3103/6803>>. Acesso em: 23 out. 2017.

SANTOS JUNIOR, José Eloy dos et al. **Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de Chirostilbia pertinax (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados**. *Revista Brasileira de Entomologia*, [s.l.], v. 51, n. 1, p.62-66, mar. 2007.

Trimestral. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262007000100011>. Acesso em: 28 out. 2017.

SILVA, Silvânia Ferreira da et al. **Prospecção de Estirpes de Bacillus sphaericus tóxicas contra Aedes aegypti e Culex quinquefasciatus**. 2002. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/documents/1355163/2019007/bpd031.pdf/9bc08cc5-1671-473d-9a7e-c1312edcbe27>>. Acesso em: 18 out. 2017.

SATO G. **Identificacao de peixes predadores de larvas de simulideos da regioao de Joinville/SC**. *Ciencia e Cultura*, Sao Paulo, v.39, n.10, p. 962-966, out. 1987.

STRIEDER, Milton Norberto; SANTOS, José Eloy dos; VIEIRA, Emerson Monteiro. **Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada no sul do Brasil**. 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262006000100018>. Acesso em: 22 set. 2017.

STRIEDER, Milton Norberto. **Ocorrência de Simuliidae (Diptera: Nematocera) no conteúdo estomacal de peixes no Arroio Feitoria, Picada Verão, Sapiranga, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Acta Biol. Leopold.* v. 8, n. 1, p. 167-176, 1986.

STRIEDER, M.N. 2005. **Controle eficiente dos borrachudos**. *Ciência Hoje* 36: 70-71.

TEIXEIRA, Tatiane Z. T et al. **Controle químico: Suscetibilidade de Larvas de Simulídeos ao Larvicida Temephos em Caarapó, MS**. 2014. Disponível em:

<http://www.academia.edu/11603244/Suscetibilidade_de_Larvas_de_Simulídeos_ao_Larvicida_Temephos_em_Caarapó_MS>. Acesso em: 29 out. 2017.

ZAMPIVA, Nayara Karla; PEPINELLI, Mateus. **Checklist de Simuliidae (Insecta, Diptera) do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2016. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/isz/v107s0/1678-4766-isz-107-e2017129.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2017.