

SCIENTIA
vitæ

volume

número 18

SCIENTIA

vitæ

Revista eletrônica
Publicação on-line exclusivamente

ISSN 2317-9066

<http://www.revistaispsr.com>

Volume 5
Número 18
Ano 5
Outubro de 2017

Editoração:

Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos (editor-chefe)

Administração e preparação de manuscritos:

Prof. Me. Alequexandre Galvez

SCIENTIA

vitæ

Comitê gestor

Fernando Santiago dos Santos (IFSP São Roque, Editor-chefe)

Frank Viana Carvalho (IFSP São Roque, Editor associado/educação e filosofia)

Ricardo dos Santos Coelho (IFSP São Roque, Editor associado/meio ambiente)

Ivy Judensnaider (UNIP, Editora associada/economia e gestão)

Alequexandre Galvez (IFSP São Roque, Administrador da revista)

Fernando de Oliveira Souza (IFSP São Roque, Revisor de português e inglês)

Equipe editorial e colaboradores externos

Adna Viana Dutra (IFCE)

Alberto Paschoal Trez (IFSP São Roque)

Alessandra Aparecida Viveiro (Unicamp)

Alexandre Shgunov Neto (IFSP campus Itapetininga)

Amanda Faria Querido (Unitau)

André Rodrigues dos Reis (Unesp campus Tupã)

André Victor Lucci Freitas (Unicamp)

Anna Carolina Salgado Jardim (IFSP São Roque)

Beny Spira (USP)

Breno Bellintani Guardia (IFSP São Roque)

Caio Abércio da Silva (UEL)

Carlos Suetoshi Miyazawa (UFABC)

Cibelle Celestino Silva (USP São Carlos)

Cláudio Afonso Pinho Lopes (Universidade de Brasília)

Crislaine Valéria de Toledo-Plaça (FAAP-SP)

Daisi Teresinha Chapani (UESB)

Fabio Laner Lenk (IFSP São Roque)

Fernando Manuel Seixas Guimarães (Universidade do Minho, Portugal)

Flavio Trevisan (IFSP São Roque)

Francisco Rafael Martins Soto (IFSP São Roque)

Guilherme Augusto Canella Gomes (IFSP Barretos)

Helena de Godoy Bergallo (UERJ)

Hudson Alves Pinto (Fiocruz/UFMG)

Iolanda Cristina Silveira Duarte (UFSCar Sorocaba)

Ivan Fortunato (IFSP Itapetininga)

João Garcia Caramori Júnior (UFMT)

Jorge de Lucas Junior (UNESP Jaboticabal)

Jorge Megid Neto (Unicamp)

Jose Ferraz Neto (IFSP Campinas)

José Hamilton Maturano Cipolla (IFSP São Roque; PUC-SP)

Karina Arruda Cruz (IFSP São Roque)

Leonardo Preto de Azevedo (IFSP São Roque)

Lucas Emmanuel Misseri (Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina)

Luciano Elsinor Lopes (UFSCar São Carlos)

Magda Medhat Pechliye (Universidade Presbiteriana Mackenzie)

Marcelo Cizaurre Guirau (IFSP São Roque)

Marcio Pereira (IFSP São Roque)

Marco Antônio Andrade de Souza (UFES)

Milton Meira do Nascimento (FFLCH - USP)

Mônica Huguenin de Araujo Faria (UFRJ)

Nelio Fernando dos Reis (IFSP São Roque)

Patricia Fernanda Schons (IFSC)

Patrícia Riberto Lopes (Pref. Municipal de Belo Horizonte)

Rebeca Chiacchio Azevedo Fernandes (UFScar)

Rogério de Souza Silva (IFSP São Roque)

Rosana Mendes Roversi (IFSP São Roque)

Sandro Eugênio Pereira Gazzinelli (Colégio Militar de Belo Horizonte, MG)

Sandro José Conde (IFSP São Roque; Unesp Botucatu)

Sergio Santos de Azevedo (UFCG)

Silvana Haddad (IFSP São Roque)

Silvio Arruda Vasconcelos (USP)

Sonia Regina Pinheiro (USP)

Vânia Battestin (IFSP São José dos Campos)

Waldemar Hazoff Júnior (IFSP São Roque; Faculdades Santa Marcelina)

EDITORIAL

Esta edição da *Scientia Vitae* traz algumas novidades. A primeira delas é uma alteração no leiaute das páginas iniciais, com incorporação de informações sobre a equipe gestora e de assessoria da revista, além de dados sobre a publicação, favorecendo sua visibilidade ao leitor que porventura não conheça seus detalhes. A segunda é a otimização das fontes de texto e redução dos espaços em branco nas páginas, visando a evitar o desperdício de páginas no caso de leitores que queiram fazer uma cópia impressa do volume. Estas adaptações serão mantidas nas edições posteriores.

Esta edição apresenta seis trabalhos oriundos de professores e estudantes de cursos de educação básica e superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *câmpus* São Roque (IFSP-SRQ), durante o ano de 2017. Mantendo sua missão interdisciplinar, *Scientia Vitae* traz trabalhos que abordam temas relacionados ao meio ambiente, às ciências biológicas e agrárias e à educação.

O primeiro trabalho, de Pereira e Pereira, aborda uma revisão bibliográfica sobre as neurotoxinas isoladas de escorpiões que atuam sobre canais iônicos. Os autores discorrem, em profundidade, sobre o tema escolhido, fazendo uma extensa pesquisa em literatura especializada.

O trabalho de Santos, Chagas, Santos e Martimiano relata as experiências vivenciadas em uma unidade escolar nordestina unindo o ensino da matemática às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) em um projeto de horta escolar.

A terceira publicação (Mesquita, Soto, Costa, Freitas e Costa) aborda os resultados de um experimento com microrganismo em relação à sua eficiência em um sistema de compostagem de dejetos de suínos.

O trabalho de Pereira, Santos e Santos relata um estudo preliminar realizado em uma unidade de conservação municipal em São Roque, SP relacionando as plantas hospedeiras e a lepidopterofauna associada. Este trabalho é oriundo do trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Ciências Biológicas dos dois primeiros autores, sob a orientação do terceiro autor.

O penúltimo trabalho, de Oliveira, Freitas, Silva, Carvalho e Bastos, relata as ações realizadas em um território quilombola em São Roque, SP, especificamente às práticas de cultivo e troca de sementes. Este artigo também relata diversas atividades desenvolvidas na área de estudo em parceria com o IFSP-SRQ.

A última publicação desta edição (Alves, Soares, Campos, Fonseca e Martins) relata os dados oriundos de um estudo sobre o descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados em São Roque, SP.

Em nome de toda a equipe da *Scientia Vitae*, desejo que você, leitor(a), usufrua os conhecimentos compartilhados nos seis trabalhos desta edição.

Fernando Santiago dos Santos
Editor-chefe
Primavera de 2017

SUMÁRIO

Neurotoxinas escorpionárias que atuam sobre canais iônicos: uma revisão bibliográfica <i>Scorpionic neurotoxins acting on ion channels: a literature review</i>	6
Nayrob Pereira Márcio Pereira	
Projeto “TIC-Horta escolar” no ensino da matemática <i>“School TI-Orchard” project for math teaching</i>	21
Flávia Regina da Paz Santos Alexandre Meneses Chagas Éverton da Paz Santos Daniela Alessandra Landi Martimiano	
Efeito de microrganismo eficiente em um sistema de compostagem de dejetos de suínos <i>Effect of efficient micro organism in a swine manure composting system</i>	28
Nícolas Brandão Mesquita Francisco Rafael Martins Soto Mayara Pereira Mendes Costa Fábio Patrik Pereira de Freitas Adriano Adelson Costa	
Lepidópteros e suas plantas hospedeiras: estudo preliminar da relação inseto-plantas na Mata da Câmara <i>Butterflies (Lepidoptera) and their host plants: preliminary study of the insect-plant relationship within Mata da Camara</i>	33
Iohana Barbosa Pereira Omine Rodrigo Soares dos Santos Fernando Santiago dos Santos	
Troca de sementes e práticas de cultivo no território quilombola do Carmo (São Roque, SP) <i>Seed exchange and cultivation practices within the Quilombo do Carmo (São Roque Municipality, São Paulo State, Brazil)</i>	41
Rafael Fabrício de Oliveira Fabio Patrick Pereira de Freitas Natália Santos Silva Luana Carvalho Guilherme Jeremias de Oliveira Bastos	
Estudo do descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados na região de São Roque - SP <i>Study on overdue or unused drug disposal within Sao Roque region (Sao Paulo State, Brazil)</i>	49
Júlia Gabriella Luque Alves Luana Izaulina Moreira Soares Mariana Bizari Machado de Campos Emanuella Maria Barreto Fonseca Luiz Felipe Borges Martins	

Neurotoxinas escorpiônicas que atuam sobre canais iônicos: uma revisão bibliográfica

Scorpionic neurotoxins acting on ion channels: a literature review

Recebido em 10 out. 2017; aceito em 30 out. 2017; publicado em 31 out. 2017.

Nayrob PEREIRA¹

Márcio PEREIRA¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, câmpus São Roque, SP.

RESUMO. Este estudo procura reunir os dados mais relevantes relacionados às neurotoxinas escorpiônicas que atuam sobre canais iônicos, uma vez a peçonha desses animais se caracteriza por apresentar misturas complexas de diferentes proteínas. Escorpiões estão entre os artrópodes mais antigos já encontrados na Terra e desenvolveram ao longo do processo evolutivo um veneno muito potente. Atualmente, o estudo deste ajuda a entender o quadro de envenenamento, possibilita a descoberta de novas drogas e direciona a produção de melhores antivenenos. O principal componente do veneno são as neurotoxinas, capazes de interagir com canais iônicos dependentes de voltagem que alteram a permeabilidade de células excitáveis e promovem os principais efeitos do envenenamento. Canais iônicos sensíveis à voltagem são componentes cruciais para atividade da célula. Tal seletividade e potência dos derivados da peçonha, além de contribuírem para um melhor entendimento de mecanismos de funcionamento e estrutura do canal, também são relevantes na avaliação do potencial terapêutico das toxinas para o tratamento de diversas doenças e alterações clínicas.

Palavras-chave: Escorpiões, Neurotoxinas, Canais iônicos, Envenenamento.

ABSTRACT. This study seeks to gather the most relevant data related to the neurotoxins that act on ion channels, since the venom of these animals is characterized by presenting complex mixtures of different proteins. Scorpions are among the oldest arthropods ever found on Earth and have developed a very potent poison throughout the evolutionary process. Currently, the study of this helps to understand the poisoning, allows the discovery of new drugs and directs the production of better anti-venoms. The main components of venom are neurotoxins, capable of interacting with voltage-dependent ion channels that alter the permeability of excitable cells and promote the major effects of poisoning. Voltage sensitive ion channels are crucial components for cell activity. Such selectivity and potency of venom derivatives, in addition to contributing to a better understanding of the mechanisms of channel functioning and structure, are also relevant in assessing the therapeutic potential of toxins for the treatment of various diseases and clinical changes.

Keywords: Scorpions, Neurotoxins, Ion channels, Poisoning.

INTRODUÇÃO

Os escorpiões (Ordem Scorpiones) surgiram há 450 milhões de anos (Período Siluriano), no ambiente marinho (BROWNELL; POLIS, 2001). Os primeiros registros deste aracnídeo no ambiente terrestre são datados de 325 a 350 milhões de anos atrás (final do Devoniano e início do Carbonífero), quando outros aracnídeos, miriápodes e insetos já habitavam este ambiente (POLIS, 1990). Na principal obra de Carolus Linnaeus (1707-1778), *Systema Naturae*, de 1758, os escorpiões eram considerados insetos do gênero *Scorpio*, com apenas cinco espécies (*S. afer*, *S. americanus*, *S. australis*, *S. europaeus* e *S. maurus*). Somente a partir do início do século XIX é que foi considerado que estes animais representavam uma ordem dentro da classe dos aracnídeos, classificação que perdura até hoje. Portanto, os escorpiões são artrópodes terrestres quelicerados que integram a Classe Arachnida, juntamente com as aranhas (Araneae), ácaros (Acari), opiliões (Opiliones) e outros oito grupos menos conhecidos popularmente. Algumas espécies de aracnídeos destacam-se para os seres humanos como animais perigosos e de importância médica pela capacidade de transmitir doenças ou causar danos a plantações agrícolas (ácaros), e/ou pela ação do veneno de algumas espécies (aranhas e escorpiões).

Os escorpiões pertencem à Ordem Scorpiones e apresentam as características estruturais da construção do corpo dos aracnídeos que são basais na evolução do grupo, como a respiração exclusivamente aérea, presença de pulmões foliáceos e de quatro pares de pernas locomotoras. O corpo dos desses animais é dividido em duas partes: prossoma (cefalotórax) e, como característica única dentre os aracnídeos, esses animais apresentam uma subdivisão do opistossoma em mesossoma e metassoma. Também possuem um apêndice ventral chamado de pente, e telson modificado com glândula de veneno e agulhão inoculador (BRAZIL, 2010).

Atualmente a ordem a que os escorpiões pertencem apresentam apenas 1,5% dos aracnídeos conhecidos, com 18 famílias, 163 gêneros e aproximadamente 1500 espécies no mundo. A estimativa total da diversidade é de 7000 espécies (CODDINGTON; COLWELL, 2001) e, de todos os escorpiões já descritos, metade ocorre na Região Neotropical: oito famílias, 48 gêneros e cerca de 800 espécies (LOURENÇO, 2002). Apesar da “baixa” diversidade mundial, estes animais têm recebido considerável atenção taxonômica através dos anos, provavelmente como resultado da sua importância médica, da sua antiguidade e importância para análise da filogenia de Chelicerata, sua abundância e ampla distribuição geográfica (SISSOM, 1990), representados em todos os continentes, com exceção da Antártida. Nas Américas, são encontrados desde o Canadá, limite norte, até a Patagônia, limite sul (LOURENÇO, 2002).

A diversidade de ecossistemas do Brasil é um dos fatores responsáveis pela elevada riqueza de espécies de fauna e flora, que chega a representar 13% da biota mundial (MACHADO; DRUMMOND; PAGLIA, 2008). O país ocupa a primeira colocação em riqueza total de espécies e foi um dos inspiradores do conceito de megadiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 1992). Contêm 10% das espécies de mamíferos, 18% das espécies de borboletas, 19% das espécies de plantas e 21% das espécies de peixes de águas continentais. Estima-se que existam 1,8 milhão de espécies de animais e plantas no Brasil e que conheçamos apenas 10% deste total (LEWINSOHN; PRADO, 2005). Os invertebrados terrestres

estão entre os principais responsáveis por estes números, dada a elevada estimativa de riqueza de espécies. Para os aracnídeos, são estimadas entre 5.600 e 6.500 espécies para o Brasil (LEWINSOHN; PRADO, 2005), sendo as aranhas, ácaros, opiliões, pseudoescorpiões e escorpiões os principais responsáveis por tais números.

A fauna de escorpiões do Brasil é uma das mais bem estudadas atualmente, devido aos trabalhos de revisão e descrição de novos táxons desenvolvidos desde o final dos anos 1970 (LOURENÇO; EICKSTEDT, 2009). Além da sua importância ecológica, os escorpiões são animais peçonhentos e algumas espécies apresentam interesse médico por poderem causar acidentes graves com seres humanos. Segundo Menegasso (2013), os animais peçonhentos de interesse em saúde pública são aqueles que apresentam capacidade de inocular seu veneno na presa ou vítima, apresentam grande potencial e eficiência por meio da inoculação e, por último, proporcionam as áreas da saúde um estudo dos efeitos causados. A peçonha do escorpião é produzida por um par de glândulas situadas no télson, o último segmento do metassoma (cauda). O télson termina num agulhão bem afiado que tem dois orifícios por onde as toxinas são inoculadas (BRAZIL, 2010). Os gêneros de interesse médico pertencem principalmente à família Buthidae, sendo a mais diversa, com a maior distribuição geográfica do planeta e a única que contém espécies consideradas como potencialmente perigosas para os humanos (BELALCÁZAR, 2013).

Nas Américas, a família Buthidae é representada pelo gênero *Tityus* com aproximadamente 130 espécies. No Brasil são encontradas as principais espécies responsáveis pelos acidentes humanos: *Tityus serrulatus*, o mais importante, seguido por *Tityus bahiensis*, *Tityus stigmurus* e *Tityus obscurus*. (Figura 1).



Figura 1. Principais espécies de escorpiões de importância médica no Brasil. A: *Tityus serrulatus* (Arquivo Instituto Butantã); B: *Tityus bahiensis* (Arquivo Instituto Fiocruz); C: *Tityus obscurus* (Arquivo Instituto Butantã); D: *Tityus stigmurus* (Arquivo Instituto Fiocruz).

A utilização de peçonha ou veneno animal, como mecanismo de defesa contra predadores e para captura de alimentos, é o resultado de um longo processo evolutivo, que ocorre na natureza há muito tempo como uma resposta adaptativa de inúmeras espécies biológicas (VASCONCELOS, 2006). A peçonha é constituída por enzimas como ribonucleases, fosfolipase A e fosfatase ácida, porém seu principal componente são as neurotoxinas, proteínas básicas de baixo peso molecular (GWEE *et al.*, 1996). A importância das neurotoxinas se deve ao trabalho que elas desempenham ao interagir com canais iônicos dependentes de voltagem (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} e Cl^-), alterando a permeabilidade iônica de células excitáveis. Canais iônicos dependentes de voltagem (VGIC) são macromoléculas que permitem o fluxo seletivo de íons através de membranas celulares em resposta a estímulos elétricos (STOCK *et al.*, 2013).

Embora não se conheça claramente o contexto em que essas estruturas surgiram, acredita-se que os canais iônicos apareceram juntamente com as primeiras formas de vida e que hoje desempenham um papel fundamental na excitabilidade das células (HILLE, 2001). Esse mecanismo de ativação leva a intensa despolarização e liberação de neurotransmissores, responsáveis pela liberação dos efeitos físicos do envenenamento como: alteração da temperatura corporal, suor constante, náusea, diarreia, arritmia cardíaca, alteração da pressão sanguínea, sonolência e alterações respiratórias, responsáveis por grande parte dos casos de mortes devido ao acúmulo de fluido no pulmão (BUCARETCHI *et al.*, 2014).

Por conta de sua importância em muitos processos celulares e na transdução de sinais, os VGIC são alvos moleculares de uma grande variedade de toxinas (CATTERALL *et al.*, 2007), incluindo as que alteram as cinéticas de ativação e inativação conhecidas em inglês por *gating modifier toxins*. Os VGIC são codificados por 60 genes no genoma

humano e formam uma superfamília com mais de 140 tipos de canais (YU; CATTERALL, 2004) que, apesar da grande diversidade, tem aspectos funcionais e estruturais comuns. Esses canais são formados por quatro subunidades alfa que circundam um poro hidratado central, o qual permite a passagem de íons, e algumas subunidades beta auxiliares. Cada subunidade alfa é composta por seis hélices transmembrânicas, S1-S6 (Figura 2). Os segmentos iniciais, S1-S4, formam o domínio sensor de voltagem (VSD), enquanto o domínio do poro é formado pelos segmentos S5 e S6 (VARGAS *et al.*, 2012). Um segmento de ligação (*linker L*) conecta os segmentos S5 e S6 e atua como uma alavanca que regula a mecânica do processo que promove a abertura e fechamento do poro iônico (STOCK *et al.*, 2013).

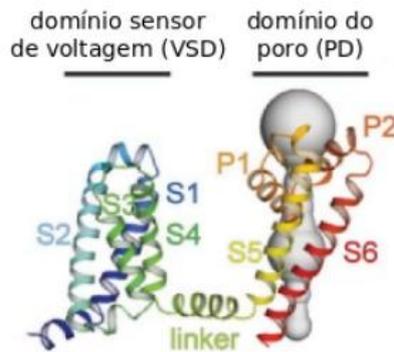


Figura 2. Figura esquemática de canal de sódio dependente de voltagem (Nav). Vista lateral de uma subunidade do Nav, composta pelo domínio sensor de voltagem (VSD; hélices S1-S4) e o domínio do poro (PD; hélices S5 e S6). Adaptado de Ahern *et al.* (2016).

Dessa forma, os venenos de escorpiões são misturas complexas de proteínas e as neurotoxinas são os componentes mais importantes, capazes de interagir com canais iônicos dependentes de voltagem que alteram a permeabilidade de células excitáveis e promovem os principais efeitos do envenenamento. Portanto o estudo de substâncias provenientes da peçonha é de grande interesse tendo em vista o grande número de acidentes e para bioprospecção, levando-se em conta a abundância de animais provenientes da fauna brasileira. Assim o objetivo desta revisão foi reunir os principais dados relacionados a neurotoxinas escorpiônicas que atuam sobre canais iônicos e realizar uma breve discussão da importância dessas pesquisas para saúde pública.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia escolhida foi a de revisão de literatura sistemática, que se baseou em identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas consideradas relevantes sobre neurotoxinas escorpiônicas que atuam sobre canais iônicos. Os dados foram coletados nas bases Scielo e Periódicos CAPES utilizando as palavras-chaves *Tityus*, neurotoxinas, canais iônicos e envenenamento. Definiram-se como critérios de inclusão: artigos experimentais, artigos de revisão, teses, de língua portuguesa e inglesa, publicados no período de 1990 a 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, os primeiros estudos sobre escorpionismo (processo de envenenamento causado pela picada do escorpião) datam do início do século XX, por iniciativa do primeiro diretor do Instituto Butantã (São Paulo), Dr. Vital Brazil (1897-1950) Mineiro da Campanha (BRAZIL, 2010). Alguns importantes estudos posteriores realizados por Heitor Maurano (1915) e Octávio de Magalhães (1946), embora relatassem apenas duas espécies, *Tityus bahiensis* e *T. serrulatus*, também já mostravam que os acidentes provocados por estes animais deveriam ser considerados um problema médico-sanitário devido à sua frequência e potencial gravidade (BRAZIL, 2010). O problema como o escorpionismo persiste até hoje e tem se intensificado nos últimos 15 anos, provavelmente ajudado pelo avanço das cidades sobre as áreas que antes eram matas, o acúmulo de lixo e entulho que atraem insetos que servem de alimento e a capacidade dos escorpiões de se adaptarem a ambientes variados, inclusive os mais urbanizados. De acordo com os registros do Ministério da Saúde (Figura 3), os escorpiões provocaram a maior parte dos acidentes com animais peçonhentos no país, com 74.598 casos registrados, e causaram mais mortes (119) que as serpentes (107), em 2015.

Apenas para exemplificar os sintomas apresentados por pessoas picadas por escorpiões vale a pena comentar o trabalho de Bucarethi e colaboradores (2014) que avaliaram 1.327 casos de acidentes com escorpiões atendidos no Hospital de Clínicas da Unicamp de 1994 a 2011. Nesse levantamento, concluiu-se que em 79,9% dos acidentes apresentam apenas reações locais, 15,1% apresentam reações sistêmicas, como: cefaleia, náuseas e alterações no ritmo cardíaco, 3,4% apresentam a picada seca, ou seja, sem sinais de envenenamento.



Figura 3. Total de acidentes causados por escorpiões e serpentes nos anos de 2000 a 2015.

Os casos mais graves, com complicações cardiovasculares, respiratórias e neurológicas, correspondem a 1,8%. Nesse estudo a maioria dos acidentes provocados por animais identificados foi atribuída ao escorpião-preto, *Tityus bahiensis* (27,7%); em seguida vem o escorpião-amarelo, *Tityus serrulatus* (19,5%), que normalmente é o principal causador de acidentes no Brasil e, neste estudo, responsável pelas ocorrências mais graves. Entretanto a gravidade destes acidentes varia conforme a quantidade de veneno injetada, toxicidade, espécie e tamanho do escorpião, local da picada, idade e sensibilidade da pessoa ao veneno, além de fatores relacionados ao tratamento, como diagnóstico precoce e tempo decorrido desde o acidente até a soroterapia.

De qualquer forma, devido à sua importância médico-sanitária, os escorpiões são mantidos em grandes centros de pesquisa basicamente para duas finalidades. A primeira é a produção do soro usado para neutralizar a ação do veneno – ou peçonha. A segunda finalidade é a pesquisa dos efeitos muitas vezes inesperados do veneno de escorpiões no organismo humano. Entretanto para estudos desse segundo tipo são necessários métodos eficazes de extração e purificação de toxinas.

No Brasil, os primeiros trabalhos de purificação de toxinas foram realizados com a peçonha do escorpião *Tityus serrulatus* por Lutz e Mello (1956) e Diniz e Gonçalves (1960). Posteriormente, Gomez e Diniz (1966) obtiveram a partir do *T. serrulatus* duas frações tóxicas, utilizando extração da peçonha bruta com água, filtração em gel Sephadex G-25, seguida de cromatografia em CM-celulose. Uma dessas frações apresentou-se homogênea em eletroforese em papel e foi parcialmente caracterizada por Gomes (1967), sendo denominada Tityustoxina (TsIX). Entretanto o primeiro método mais eficaz de extração e purificação de toxinas, foi proposto por Miranda e colaboradores (1970) que consiste em: (a) extração da peçonha em água destilada para eliminar mucoproteínas que poderiam prejudicar os passos seguintes da purificação, (b) filtração em gel Sephadex G-50, (c) cromatografia de troca iônica. Desta forma, os autores isolaram 11 neurotoxinas da peçonha dos escorpiões *Androctus australis*, *Buthus accitanus tunetanus* e *Leiurus quinquetriatus quinquetriatus*, ativas em mamíferos, insetos ou crustáceos.

Ao longo dos anos as técnicas de purificação de toxinas foram evoluindo e atualmente são encontradas na literatura descrições de aproximadamente 400 neurotoxinas na peçonha dos escorpiões. Dessa forma sabe-se que o veneno escorpiônico é uma complexa mistura de toxinas que foram desenvolvidas evolutivamente como estratégia de defesa e/ou captura de presas, e estas causam modificações fisiológicas nas presas. Toda essa complexidade implica no questionamento de quais células, moléculas e fatores estariam sendo afetados durante o envenenamento e por quais componentes tóxicos do veneno. A observação do quadro clínico pode servir de gatilho inicial para pesquisas que busquem desvendar quem são estes componentes e onde atuam, mas para entender melhor a ação da toxina escorpiônica são necessários estudos para se conhecer a composição do veneno e suas formas de atuação nas células. A classificação geral das toxinas do escorpião (POSSANI *et al.*, 1999; TYTGAT *et al.*, 1999; RODRIGUEZ DE LA VEJA; POSSANI, 2004; TAN *et al.*, 2006) baseia-se em quatro diferentes critérios: o canal iônico envolvido (sódio, potássio, cálcio e cloro), o receptor específico ao qual a toxina se liga, a estrutura tridimensional da toxina e o tipo de resposta induzida (ativação/inativação do receptor). Das 400 neurotoxinas escorpiônicas conhecidas, 200 são neurotoxinas que atuam em canais de sódio, 150 atingem canais de potássio, 19 em canais de cloro e apenas 10 toxinas descritas afetam canais de cálcio (CARVALHO, 2013).

Toxinas que modulam a função de canais iônicos

Os atributos em comum dos canais iônicos dependentes de voltagem (domínio de poro, domínio sensor de voltagem e mecanismos de ativação por voltagem) serviram como alvo para o surgimento de neurotoxinas que alteram o funcionamento desses canais. Em canais de sódio foram descobertos seis sítios onde diversas toxinas, presentes em diferentes organismos, podem se ligar (CATTERALL *et al.*, 2007). As toxinas que modificam a função dos canais iônicos dependentes de voltagem agem por meio de dois mecanismos: *pore-blocking toxins* inibem o fluxo de íons através do canal

por meio de um bloqueio mecânico do poro, enquanto as *gating modifier toxins* agem em sítios extracelulares, incluindo o *loop* extracelular entre os segmentos S3 e S4, e modificam a movimentação do sensor de voltagem, alterando a relação entre variações de voltagem e ativação/inativação dos canais (KALIA *et al.*, 2015).

Toxinas que agem nos canais para íons de sódio

O membro fundador da superfamília do canal iônico em termos de sua descoberta como proteína é o canal de sódio com tensão controlada. Estes canais são responsáveis pelo rápido influxo de íons de sódio que está subjacente à fase ascendente do potencial de ação no nervo, músculo e células endócrinas. A rotulagem, a purificação e a reconstituição funcional da neurotoxina mostraram que os canais de sódio do cérebro de mamífero contêm elementos de detecção de tensão e de poro em um único complexo de proteína de uma subunidade α principal de 220 a 260 kDa e uma ou duas subunidades β auxiliares de aproximadamente 33 a 36 kDa (CATTERALL, 1984; 2000). A subunidade α consiste em quatro domínios transmembranares homólogos, mas não idênticos (I a IV), cada um dos quais contém seis segmentos transmembrana (S1-S6) e um curto segmento penetrante de membrana (SS1 e SS2) entre os segmentos S5 e S6 (Figura 4).

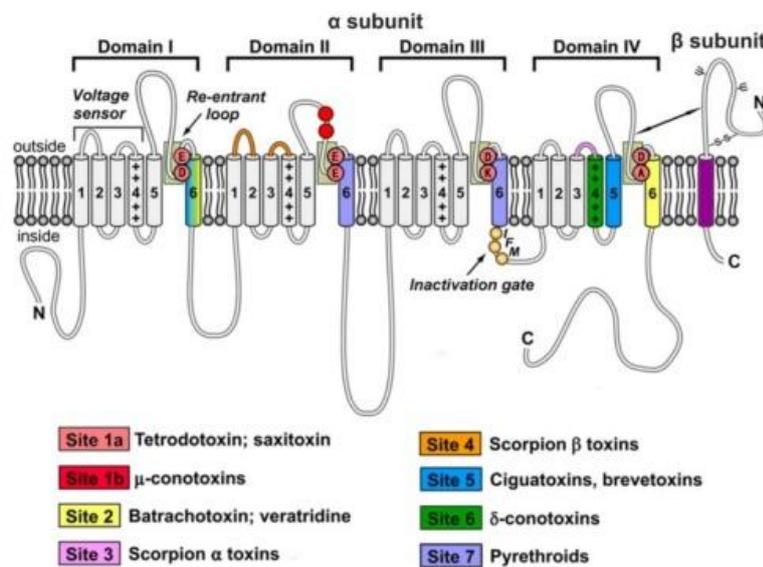


Figura 4. Diagrama esquemático da estrutura molecular e farmacologia de Canais de Sódio Dependentes de Voltagem (VGSCs). VGSCs compreende uma subunidade α de proteína de núcleo e uma ou mais subunidades β auxiliares. A subunidade α consiste em quatro domínios homólogos designados I-IV. Cada domínio é composto por seis segmentos helicoidais transmembranares (S1-S6), que são representados por cilindros. O poro central é formado pelos segmentos transmembranares S5 e S6, o filtro de seletividade de íons é formado pelos segmentos SS1 e SS2 (circuitos reentrantes, caixa verde clara) e o sensor de tensão é formado pelos segmentos transmembranares S1 a S4. O segmento S4 carregado positivamente é principalmente responsável por detectar mudanças no potencial de membrana, modulando canais para abrir ou fechar. O portão de inativação rápida é formado por linker intracelular entre domínios transmembranares III e IV e contém um IFM (bolas de laranja), que se conecta ao poro e evita o fluxo interno de Na^+ . As subunidades β auxiliares de VGSCs são ilustradas em cilindros vermelhos. As cadeias de carboidratos ligadas a N são apresentadas por ψ . Diferentes regiões coloridas representam sete locais receptores de neurotoxina. Figura adaptada de King *et al.* (2008) e Catterall *et al.* (2007).

A subunidade α contém estruturas funcionais do poro central (S5 e S6), filtro de seletividade de íons (SS1 e SS2) e sensores de tensão (S1 a S4). Em células de mamíferos, quatro subunidades β auxiliares ($\beta 1$ - $\beta 4$, genes, SCN1B-SCN4B) foram identificadas até agora. A subunidade β consiste em quatro domínios incluindo um peptídeo de sinal extracelular N-terminal, um domínio de imunoglobulina, um domínio transmembranar e um domínio C-terminal intracelular (PATINO *et al.* 2010).

Estudos realizados na coexpressão de subunidades α e β demonstraram que as subunidades β modulam a cinética e a dependência de tensão da abertura e fechamento (*gating*) do canal. Mais recentemente, as subunidades β também foram relatadas para modular a adesão e migração celular (PATINO *et al.*, 2010; BRACKENBURY *et al.*, 2008).

Segundo Quintero-Hernández e colaboradores (2013), os peptídeos específicos para canais de Na^+ são os mais

importantes para os medicamentos de relevância. Eles são os que reconhecem os canais de Na⁺ de mamíferos e podem produzir uma despolarização anômala de células excitáveis. O número conhecido desses peptídeos está acima de 300. Existem dois tipos principais de efeitos fisiológicos que esses peptídeos podem produzir: prolongar o potencial de ação ou fazer os canais serem abertos em menor voltagem. Esses efeitos são responsáveis por uma série de sintomas de intoxicação em animais, incluindo o homem. Se não for tratado a tempo, pode levar a morte.

As toxinas que afetam os canais para sódio são os principais agentes responsáveis pelos feitos tóxicos da peçonha escorpionica. Essas toxinas são consideradas neurotoxinas de cadeia longa e apresentam estrutura secundária altamente conservada, estabilizadas em quatro pontes dissulfeto (POSSANI *et al.*, 1999). A consequência *in vivo* das α -toxinas é o prolongamento do potencial de ação de células excitáveis, desta maneira, essas toxinas podem matar organismos induzindo paralisia e arritmia (BOSMANS; TYTGAT, 2007; CESTELE *et al.*, 2000; CHAGOT *et al.*, 2005; DHAWAN *et al.*, 2003).

Toxinas que agem nos canais para íons de cálcio

Os canais de cálcio dependentes de voltagem são os transdutores de sinal chave da sinalização elétrica, convertendo a despolarização da membrana celular para um influxo de íons de cálcio que inicia contração, secreção, neurotransmissão e outros eventos regulatórios intracelulares (CATTERALL, 2000; CATTERALL *et al.*, 2005). Os canais de cálcio do músculo esquelético primeiro identificado pela rotulagem, purificação e reconstituição funcional têm uma principal subunidade $\alpha 1$ de 212 a 250 kDa, que é semelhante à subunidade α do canal de sódio (TAKAHASHI *et al.*, 1987; TANABE *et al.*, 1987). Já estão descritas na literatura 10 canais funcionais de cálcio α . As subunidades são conhecidas em vertebrados, e elas se enquadram em três subfamílias que diferem em função e regulação (ERTEL *et al.*, 2000). Os da subfamília CV1 (CaV 1.1 a CaV 1.4) conduzem correntes de cálcio de tipo L que iniciam contração, secreção endócrina e transmissão sináptica em sinapses de fita especializadas envolvidas na entrada sensorial no olho e ouvido (HOFMANN *et al.*; 1994; STRIESSNIG, 1999). As correntes de cálcio tipo L também são reguladores importantes da expressão gênica e de outros processos intracelulares. Eles são bloqueadores antagonistas de canais de cálcio, incluindo diidropiridinas, benzotiazepinas e fenilalquilaminas.

Os representantes da subfamília CaV 2 de canais de cálcio (CaV 2.1 a CaV 2.3) conduzem as correntes de cálcio do tipo N-, P / Q e R que iniciam a transmissão de sinapses rápidas no sistema nervoso central e periférico e são bloqueados especificamente por neurotoxinas peptídicas de venenos de caracóis e aranhas (SNUTCH e REINER, 1992; DUNLAP *et al.*; 1995; CATTERALL, 2000; OLIVERA *et al.*, 1994). A subfamília CaV 3 dos canais de cálcio (CaV 3.1 a CaV 3.3) conduzem correntes de cálcio de tipo T que são importantes para o potencial de ação repetitiva disparando neurônios no cérebro e nas células do marcapasso do nó sinoatrial no coração (PEREZ-REYES, 2003). As interações proteína-proteína, bem como as propriedades funcionais e reguladoras de diferentes subfamílias desses canais iônicos são adaptadas às suas funções distintas em sinalização elétrica e transdução de sinal celular.

Os escorpiões apresentam várias toxinas específicas para canais de íons Ca²⁺. Entre essas toxinas, vale destacar imperitoxinas (IpTxA e IpTxI) do escorpião *Pandinus imperator* (VALDIVIA e POSSANI, 1998) e maurocalcina (Mca) do escorpião *Scorpion maurus palmatus* (FAJLOUN *et al.*, 2000; MENEGASSO, 2013), que ativam o receptor de rianodina (Ryr), um canal de liberação de cálcio intracelular. São toxinas heterogêneas que apresentam diferenças de sequência de aminoácidos, quantidade de pontes dissulfetos, tamanho e estrutura. Essas toxinas atuam diretamente no controle ideal do movimento voluntário e da produção de força depende da eficácia do processo de excitação e contração de acoplamento do músculo esquelético.

Toxinas que agem nos canais para íons de cloro

Os canais de cloro dependente de voltagem apresentam polipeptídeos de baixa massa molecular e compostos por 35-38 aminoácidos, compactadas por quatro pontes dissulfeto. Desempenham papéis importantes na regulação de uma variedade de funções celulares, como segundo receptor de acoplamento mensageiro, a muitos processos celulares ativos que incluem excitabilidade celular, liberação de neurotransmissores, metabolismo intracelular e expressão gênica (ASHCROFT *et al.*; 2000; CATTERALL, 1992).

Até agora poucos membros das toxinas que agem em canais para cloro foram identificados (TYTGAT *et al.*, 1998; ZENG *et al.*, 2000) Seu membro mais notável é Clorotoxina com 36 aminoácidos, purificada do veneno do escorpião *Leiurus quinquestriatus quinquestriatus* (MENEGASSO, 2013), que bloqueia os canais de cloro de pequena condutância.

Toxinas que agem nos canais para íons de potássio

Os canais de potássio dependentes de voltagem são notáveis por sua diversidade. Eles incluem 40 canais diferentes que são classificados em 12 subfamílias distintas com base em sua homologia de sequência de aminoácidos (KV1 a KV12) (GUTMAN *et al.*, 2003). As subunidades α podem se unir em homo e heterotetrâmeros, levando a uma grande diversidade de complexos de canais diferentes. A diversidade dos canais de potássio permite que os neurônios e outras células excitáveis sintonizem suas propriedades de sinalização elétrica pela expressão de diferentes combinações

de subunidades do canal. As toxinas dos canais de potássio (KTx) desempenham um papel importante em uma grande variedade de processos biológicos e seu valor terapêutico está envolvido em um número crescente de patologias humanas, especialmente distúrbios autoimunes, neuropatias inflamatórias e câncer (ASHCROFT *et al.*, 2000; SHIEH *et al.*, 2000). A toxina do escorpião que atinge os canais K⁺ (KTx) é composta por 31-39 resíduos de aminoácidos. As toxinas específicas dos canais de potássio são bloqueadores autênticos dos canais; eles se ligam à face extracelular do canal e impedem o fluxo de íons através da membrana biológica.

Essa classe de toxinas escorpiônicas apresenta maior importância se associada com outras toxinas, como por exemplo, aquelas que atuam em canais de íons Na⁺, elas propiciam potente ação tóxica à peçonha em decorrência do efeito sinérgico (GWEE *et al.*, 2002).

Muitas toxinas de diferentes animais venenosos, além dos escorpiões, mostraram afetar canais iônicos dependente de voltagem (GOMEZ *et al.*, 2002; HARVEY, 1997; QUINTERO-HERNANDEZ *et al.*, 2013; TERLAU; OLIVERA, 2004). Estas toxinas são rotineiramente usadas como ferramentas farmacológicas para estudar a função dos canais, bem como seus potenciais terapêuticos (FELIZ, 2000; LEWIS; GARCIA, 2003). Todos esses estudos geram uma expectativa (ou esperança?) com base na descoberta de drogas a base de toxinas em que a proteína alvo da toxina é essencial para a expressão de uma doença em particular.

Atualmente, sabe-se que as toxinas têm grande potencial para a produção de novas drogas terapêuticas. A tradução moderna de toxinas em medicamentos começou na década de 1940 com a introdução da tubocurarina na prática anestésica, como relaxante muscular (BOWMAN, 2006). Como a tubocurarina era conhecida por ter uma estrutura de núcleo relativamente rígida transportando dois grupos funcionais, a maioria dos trabalhos de descoberta focaram em sintéticos compostos com ações curarimiméticas. Dessa forma, a toxina forneceu modelo para *design* de drogas. Apesar de outras fontes de venenos (como extratos de pele de rã) terem sido estudados nos anos 1970 e 1980 e muitos compostos com ações farmacológicas interessantes tenham sido descobertos (PHILIPPE; ANGENOT, 2005), nenhum conduziu a um medicamento bem sucedido até então. Os maiores sucessos na tradução de toxinas a produtos nos últimos anos foi o desenvolvimento da toxina microbiana botulínica. Ambas as toxinas botulínicas A e B foram aprovadas para uso clínico para tratar pacientes com uma variedade de condições causadas por excesso de atividades de neurônios. Toxinas botulínicas foram usadas com sucesso, por exemplo estrabismo, blefaroespasma, distonias, hiperidrose e enxaqueca.

Houve, também, um sucesso notável da pesquisa sobre venenos de cobras, que resultou no desenvolvimento do captopril, o inibidor de enzima conversora de angiotensina (ECA). Este trabalho foi baseado em pequenos peptídeos do veneno da serpente sul-americana *Bothrops jararaca* que foi conhecido por potencializar a ação da bradicinina.

O sucesso do Captopril é geralmente creditado como reconhecimento do desencadeamento de que os venenos podem ser a fonte de novos medicamentos (LEWIS; GARCIA, 2003; FOX; SERRANO, 2007; SHAW, 2009; KING, 2011; KOH; KINI, 2012; TAKACS; NATHAN, 2014; HARVEY, 2014). Dentro dessa linha de pesquisa as toxinas escorpiônicas mostraram também ser promissoras para o desenvolvimento de drogas que permitam combater doenças autoimunes, cardíacas, infecciosas, hematológicas e câncer.

Doenças autoimunes

Segundo Petricevich e colaboradores (2001), as anormalidades imunorreguladoras demonstraram existir em uma grande variedade de doenças inflamatórias autoimunes e crônicas, incluindo Lúpus Eritematoso Sistêmico (LES), artrite reumatoide crônica, diabetes mellitus tipo I e II, doença inflamatória intestinal, cirrose biliar, uveíte, esclerose múltipla e outras doenças como doença de Crohn, colite ulcerativa, psoríase, ictiose e Oftalmopatia de Graves (OG). Embora a patogênese subjacente de cada uma dessas condições possa ser bastante diferente, eles têm em comum o aparecimento de uma variedade de autoanticorpos e linfócitos autorreativos. Essa autorreatividade pode ser devida, em parte, à perda dos controles homeostáticos sob os quais o sistema imune normal opera.

O resultado final de um processo autoimune ou de rejeição é a destruição de tecido causada por células inflamatórias e os mediadores que eles liberam (PETRICEVICH *et al.*, 2001). Ainda segundo esses mesmos autores, os agentes anti-inflamatórios atuam principalmente bloqueando o efeito ou a secreção desses mediadores sem modificar a base imunológica da doença. O processo de inibição dos canais de potássio foi descrito por resposta imunossupressora. Os canais de potássio podem modular uma série de eventos celulares, como contração muscular, secreção neuroendócrina, frequência e duração dos potenciais de ação, homeostasia eletrolítica e potencial de membrana em repouso (PETRICEVICH *et al.*, 2001).

Os venenos de escorpião foram reconhecidos como uma fonte de inibidores de peptídeos de vários tipos de canais de potássio. Alguns desses peptídeos são capazes de despolarizar células T humanas e prevenir respostas inflamatórias e proliferativas e, portanto, podem desempenhar um potente tratamento de doenças autoimunes, na prevenção da rejeição de transplantes de órgãos estrangeiros e/ou aflições relacionadas às doenças e enfermidades. Na Tabela 1 são descritos os peptídeos com potencial para o tratamento de doenças autoimunes.

Tabela 1. Peptídeos de escorpiões que possuem atividade em doenças autoimunes.

Escorpião	Peptídeo	Atividade
<i>Centruroides margaritatus</i>	Margatoxina (MgTX)	Despolarizar células T humanas imunossupressoras inibindo os receptores IL-2 (LEONARD et al., 1992).
<i>Mesobuthus eupeus</i>	MeuKTX	Inibição da proliferação de células T (GAO et al., 2010).
<i>Vaejovis mexicanus smithi</i>	Vm23, Vm24	Bloqueio do canal Kv1.3 de linfócitos humano (GURROLA et al, 2012; VARGA et al., 2012).

Doenças cardíacas

Entre as doenças cardíacas podemos citar as arteriais coronárias e acidentes vasculares cerebrais. Os peptídeos dos venenos animais são fatores ativos como bradicinina potencializando o forte efeito como o agente de hipotensão. Estes fatores foram encontrados nos escorpiões *Leiurus quinquestriatus*, *Tityus serrulatus*, *Buthus martensii* e *B. occitanus*. Farmacologicamente, estes peptídeos obtidos a partir de venenos de escorpiões agem como peptídeos bradicinina e podem ser usados como agentes de hipotensão no tratamento da hipertensão (PETRICEVICH *et al.*, 2001). Moraes e colaboradores (2009) descrevem que o veneno do escorpião *Tityus bahiensis* tem efeitos diferentes sobre o canal de sódio. Nos neurônios, por exemplo, a toxina escorpiônica reduziu drasticamente a taxa de inativação da corrente de sódio, aumentou a amplitude da corrente e causou uma mudança negativa na dependência de tensão da ativação e inativação de canais sensíveis à tetrodotoxina.

Doenças hematológicas

O veneno do escorpião exerce sua ação letal por interferência na coagulação do sangue, seja pela aceleração do processo ou inibição do processo de coagulação. Um peptídeo com ação antitrombótica foi descrito como presente no veneno do escorpião *Buthus martensii* (SONG *et al.*, 2005). Este mesmo peptídeo está relacionado à resistência à agregação plaquetária e provoca o incremento da concentração de prostaglandina I₂ no plasma (SONG *et al.*, 2005).

O veneno do escorpião *Tityus discrepans* modifica o tempo de coagulação em seres humanos. Brazon e coautores (2008, 2009 e 2013) descreveram o efeito do veneno de *T. discrepans* na protrombina e na tromboplastina e sua atividade de coagulação direta. Este veneno contém componentes anticoagulantes que prolongam o tempo de protrombina e o tempo de tromboplastia parcial. Esse efeito pode ser usado para o desenvolvimento de potentes medicamentos anticoagulantes.

Doenças infecciosas

Os peptídeos catiônicos são produzidos por muitos organismos como parte do sistema de defesa do seu hospedeiro (HANCOCK *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2006). Estes peptídeos são considerados agentes antimicrobianos contra microrganismos, tais como bactérias, fungos, parasitas e vírus (BROGDEN *et al.*, 2003). Vários estudos mostram que os alvos dos peptídeos catiônicos de defesa do hospedeiro variaram da membrana plasmática à via de sinalização (BROWN *et al.*, 2006; JENSSSEN *et al.*, 2006). Estes peptídeos são geralmente constituídos de 10-50 aminoácidos (HANCOCK *et al.*, 2006).

A diversidade de veneno de escorpião é bem conhecida por conter cerca de 400 polipeptídeos desse tipo com ou sem ligações dissulfureto. Na literatura, vários estudos descreveram a presença de peptídeos catiônicos de defesa de hospedeiro em hemolinfa e venenos de diferentes espécies de escorpiões (PETRICEVICH *et al.*, 2001). A vacinação com SARS-CoV, influenza A (H5N1, H1N1) e vírus do sarampo demonstraram eficácia variável.

Os peptídeos catiônicos de defesa do hospedeiro do veneno de escorpião podem ser modificados para atividade antiviral, especialmente contra SARS-CoV, influenza A e vírus do sarampo. Outro estudo descrito por Li e colaboradores (2011), identificou a microporina, um peptídeo catiônico de defesa do hospedeiro do veneno de escorpião, que pode efetivamente inibir o crescimento de bactérias. A microporina-M1 otimizada pode inibir o crescimento de bactérias gram-positivas em baixas concentrações e agentes patogênicos resistentes aos antibióticos (PETRICEVICH *et al.*, 2001). A Tabela 2 mostra alguns peptídeos catiônicos de defesa de hospedeiro de diferentes escorpiões.

Câncer

O câncer é o principal fardo para a saúde pública em todos os países desenvolvidos. A busca de cura para o câncer proveniente de produtos naturais, como plantas e animais, tem sido praticada há mais de um século e o uso de produtos químicos purificados para tratar câncer ainda continua. Os venenos de várias espécies animais (cobra, escorpião, sapo, sapo etc.) e seus componentes ativos (toxinas, peptídios, enzimas, proteínas e não proteínas) mostraram potencial terapêutico contra o câncer, principalmente nos últimos 15 anos (GOMES *et al.*, 2010).

Tabela 2. Peptídeos de escorpiões que possuem atividade em doenças infecciosas. Modificado de Petricevich e colaboradores (2001).

Escorpião	Peptídeo	Atividade
<i>Androctonus australis</i>	Hadrurin	Apresenta atividade antimicrobiana contra os organismos: <i>S.typhi</i> , <i>K.pneumoniae</i> , <i>E.cloacae</i> , <i>P.aeruginosa</i> , <i>E.coli</i> , <i>S.marsences</i> (TORRES-LARIOS et al., 2000)
<i>Isometrus maculatus</i>	Imcorporin	Apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias gram-positivas (ZHAO et al., 2009).
<i>Lychas mucronatus</i>	Mucroporin	Inibe bactérias gram-positivas e gram-negativas (DAI et al., 2008).
<i>Pandinus imperator</i>	Scorpine, Pandinins	Apresenta atividade antimicrobiana e anti-malária (CORZO et al., 2001; CONDE et al., 2000).
<i>Tityus discrepans</i>	Bactridines	Inibe bactérias gram-positivas e gram-negativas e é anti-leishmanicida (DIAZ et al., 2009)

Ainda segundo esses autores, os venenos do escorpião têm sido utilizados como terapia tradicional e folclórica em várias condições patológicas que foram mencionadas na medicina popular e tradicional da Índia, China, África e Cuba. A clorotoxina é considerada uma ferramenta potente para a detecção precoce de câncer de pele, cervical, esofágico, cólon e pulmão (GOMES *et al.*, 2010). Esses canais de íons reconhecidos por esta toxina estão entre as muitas proteínas de membrana sobre-expressas em diferentes tipos de câncer. Vários estudos sugeriram a eficácia do veneno do escorpião para prevenção e terapátia do câncer em diferentes modelos de tumor animal e sistemas de cultura celular (PETRICEVICH *et al.*, 2001). Os polipeptídeos e enzimas de bioatividades como serina protease e extrato de hialuronidase de venenos de escorpião de diferentes espécies foram exibidos como potenciais úteis como agente antiproliferativo com atividade antitumoral (GOMES *et al.*, 2010). A Tabela 3 mostra alguns polipeptídeos e enzimas de veneno de escorpião e sua ação principal.

Tabela 3. Peptídeos de escorpiões que atuam em diferentes compartimentos da ação cancerígena. Modificado de Petricevich e colaboradores (2001).

Escorpião	Peptídeo	Atividade
<i>Androctonus crassicauda</i>		Apoptótico (ZARGAN et al., 2011)
<i>Heterometrus bengalensis</i>	Bengalin	Anticancerígeno (GUPTA et al., 2010; DAS GUPTA et al., 2007).
<i>Leiurus quinquestriatus</i>	Charybtoxin	Anticancerígeno (DEBIN et al., 1991; DESHANE et al., 2003).
<i>Odontobuthus doriae</i>		Apoptótico e antiproliferativo de células neuroblásticas (ZARGAN et al., 2011)

A clorotoxina do veneno do escorpião *Leiurus quinquestriatus* foi identificada como primeiro bloqueador de alguns canais de íons de cloreto, inibindo também as metaloproteinases da matriz extracelular (DESHANE *et al.*, 2003). A toxina mostrou ser promissora como meio de identificar o glioma de células tumorais e, potencialmente, como forma de localizar agentes anticancerígenos para tais células tumorais (WU *et al.*, 2010). A clorotoxina também interrompe a disseminação de tumores invasivos, especificamente, atrasa a invasão celular, a capacidade das células cancerosas de passar pela matriz protetora que envolve a célula e viaja para uma área diferente do corpo para iniciar um novo tumor canceroso.

Outro uso terapêutico bastante comum das toxinas escorpiônicas é a produção do soro antiescorpiônico. Esse tipo de tratamento, inicialmente introduzido em 1909, ainda é o único método utilizado para a terapia contra picadas de escorpião (BALOZET, 1971; THEAKSTON *et al.*, 2003). A primeira aplicação do veneno de escorpiões é a preparação de anticorpos heterólogos capazes de serem utilizados como antivenenos. Normalmente, homogeneizados de tósons são usados para preparar um extrato bruto que é injetado em pequenas doses em cavalos e/ou ovelhas com quantidades crescentes durante vários meses (TULGA, 1964).

Após um longo período de imunização, o sangue do animal hiperimunizado é obtido e as imunoglobulinas são purificadas para uso como antivenenos. Alguns soros especiais também estão disponíveis, onde são usados os mesmos

anticorpos de cavalo tratados com enzimas para produzir fragmentos F(ab)₂ que são utilizados para imunoterapia (ESPINO-SOLI *et al.*, 2009). Os fragmentos recombinantes recentemente menores, como os fragmentos de anticorpos monovalentes clássicos (FAB, scFv e variantes de engenharia: diacorpos, *triabodies*, *minibodies* e anticorpos de domínio único) agora estão englobando como alternativas credíveis. Esses fragmentos mantêm a especificidade de direcionamento do anticorpo inteiro e podem ser usados para aplicações terapêuticas (HOLLIGER *et al.*, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos com venenos ajudam a entender quadros de envenenamento, direcionam a produção de melhores soros e possibilitam a descoberta de novas drogas terapêuticas ou produtos que possam ser usados para o bem estar do ser humano, já que todos os mecanismos de ação são investigados no processo. Sendo assim, a pesquisa, a purificação, e a caracterização química, biológica e estrutural provenientes da fauna brasileira podem ser valiosas, uma vez que a própria evolução tratou de selecionar um vastíssimo espectro de substâncias eficientes que defendem contra infecções, podendo atuar em diferentes compartimentos celulares, sendo então candidatos promissores para o desenvolvimento de drogas importantes no combate a patógenos resistentes aos antibióticos convencionais.

REFERÊNCIAS

- AHERN, C. A.; PAYANDEH, J.; BOSMANS, F.; CHANDA, B. The hitchhiker's guide to the voltage-gated sodium channel galaxy. *J. Gen. Physiol.*, v. 147, p. 1-24, 2016.
- ASHCROFT, F. M.; GRIBBLE, F. M. Tissue-specific effects of sulfonylureas: lessons from studies of cloned K(ATP) channels. *Journal of Diabetes Complication*, v. 14, n. 4, p. 192-196, 2000.
- BALOZET, L. Scorpionism in the Old World. In: BÜCHERL, W.; BUCKLEY, E. (Eds.). *Venomous animals and their venoms*. New York: Academic Express: 1971.
- BELALCÁZAR, C. J. A. Identificação e caracterização de peptídeos moduladores de canais para sódio presentes na peçonha do escorpião *Tityus* sp. pertencente ao grupo *forcipula*. 2013. 86 f., il. Tese (Doutorado em Biologia Molecular)—Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- BOSMANS, F.; TYTGAT J. Voltage-gated sodium channel modulation by scorpion alpha-toxins. *Toxicon*, v. 49, n. 2, p. 142-158, 2007.
- BOWMAN, W. C. Neuromuscular block. *Br. J. Pharmacol.*, v. 147, Suppl 1:S, p. 277-86, 2006.
- BRACKENBURY, W. J.; ISOM, L. L. Voltage-gated Na⁺ channels: Potential for β subunits as therapeutic targets. *Expert Opin. Ther. Targets*, v. 12, p. 1191-1203, 2008.
- BRAZIL, T. K. Os escorpiões. In: BRAZIL, T. K.; PORTO, T. J. (Orgs.). *Escorpiões*. Salvador: EDUFBA, 2010.
- BRAZÓN, J.; GUERRERO, B.; AROCHA-PIÑANGO, C. L.; SEVCIK, C.; D'SUZE, G. Efecto del veneno del escorpión *Tityus discrepans* sobre las pruebas globales de la coagulación: Estudios preliminares. *Investigación Clínica*, v. 49, p. 49-58, 2008.
- BRAZÓN, J.; D'SUZE, G.; D'ERRICO, M. L.; AROCHAPIÑANGO, C. L.; GUERRERO, G. Discreplaminin, a plasmin inhibitor isolated from *Tityus discrepans* scorpion venom. *Archive of Toxicology*, v. 83, p. 669-678, 2009.
- BRAZÓN, J.; GUERRERO, B.; D'SUZE, G.; SEVCIK, C.; AROCHA-PIÑANGO, C. L. Anticoagulant and factor Xa-like activities of *Tityus discrepans* scorpion venom. *Acta Toxicol. Argent.*, v. 21, n. 1, p. 26-32, 2013.
- BROGDEN, K. A.; ACKERMANN, M.; MCCRAY, P. B. JR.; TACK, B. F. Antimicrobial peptides in animals and their role in host defences. *Int J Antimicrob Agents*, v. 22, n. 5, p. 465-78, 2003.
- BROWN, K. L.; HANCOCK, R. E. Cationic host defense (antimicrobial) peptides. *Curr Opin Immunol.*, v. 18, n. 1, p. 24-30, 2006.
- BROWNELL, P.; POLIS, G. *Scorpion biology and research*. New York: Oxford University Press, 2001.
- BUCARETCHI F.; FERNANDES, C. B.; BRANCO, M. M.; PRADO, R. J.; VIEIRA, DE CAPITANI, S. Clinical consequences of *Tityus bahiensis* and *Tityus serrulatus* scorpion stings in the region of Campinas, southeastern Brazil. *Toxicon*, v. 89, p. 17-25, 2014.
- CARVALHO, D. O. S. Análise dos componentes proteolíticos e peptídicos do veneno do escorpião *Tityus serrulatus*. 2013, 77f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, São Paulo, 2013.

- CATTERALL, W. A. The molecular basis of neuronal excitability. *Science*, Washington, v. 223, p. 653-661, 1984.
- _____. Cellular and molecular biology of voltage-gated sodium channels. *Physiol Rev.* Oct 72(4 Suppl): p.15-48, 1992.
- _____. From ionic currents to molecular mechanisms: The structure and function of voltage-gated sodium channels. *Neuron*, v. 26, p. 13-25, 2000.
- CATTERALL, W. A.; CESTÈLE, S.; YAROV-YAROVY, V.; YU, F. H.; KONOKI, K.; SCHEUER, T. Voltage-gated ion channels and gating modifier toxins. *Toxicon*, v. 49, n. 2, p. 124-141, 2007.
- CATTERALL, W. A.; PEREZ-REYES, E.; SNITCH, T. P.; STRIESSNIG, J. Nomenclature and structure-function relationships of voltage-gated calcium channels. *Pharmacol Rev*, v. 57, p. 411-425, 2005.
- CODDINGTON, J. A.; COLWELL, R. K. Arachnida. In: LEVIN, S. C. (Org.). *Encyclopedia of biodiversity*. New York: Academic Press, 2001.
- CONDE, R.; ZAMUDIO, F. Z.; RODRÍGUEZ, M. H.; POSSANI, L. D. Scorpine, an anti-malaria and anti-bacterial agent purified from scorpion venom. *FEBS Lett.*, v. 14, n. 2-3, p. 165-8, 2000.
- CORZO, G. *et al.* Characterization of unique amphipathic antimicrobial peptides from venom of the scorpion *Pandinus imperator*. *Biochem*, p. 35-45, 2001.
- CESTELE, S.; CATTERALL, W. A. Molecular mechanisms of neurotoxin action on voltage-gated sodium channels. *Biochimie*, v. 82, p. 883-892, 2000.
- CHAGOT, B.; PIMENTEL, C.; DAI, L. *et al.* An unusual fold for potassium channel blockers: NMR structure of three toxins from the scorpion *Opisthacanthus madagascariensis*. *Biochemical Journal*, v. 388, p. 263-271, 2005.
- DAI, C.; MA, Y.; ZHAO, Z.; ZHAO, R.; WANG, Q.; WU, Y.; CAO, Z.; LI, W. Mucroporin, the first cationic host defense peptide from the venom of *Lychas mucronatus*. *Antimicrob Agents Chemother*. v. 52, n. 11, p. 3967-72, 2008.
- DAS GUPTA, S.; DEBNATH, A.; SAHA, A.; GIRI, B.; TRIPATHI, G.; VEDASIROMONI, J. R.; GOMES, A.; GOMES A. Indian black scorpion (*Heterometrus bengalensis* Koch) venom induced antiproliferative and apoptogenic activity against human leukemic cell lines U937 and K562. *Leuk Res.*, v. 31, n. 6, p. 817-25, 2007.
- DÍAZ, P.; D'SUZE, G.; SALAZAR, V.; SEVCIK, C.; SHANNON, J. D.; SHERMAN, N. E.; FOX, J. W. Antibacterial activity of six novel peptides from *Tityus discrepans* scorpion venom. *Toxicon.*, v. 54, n. 6, p. 802-17, 2009.
- DINIZ, C. R.; GONÇALVES, J. M. Separation of biologically active components from scorpion venoms by zone electrophoresis. *Biochim. Biophys. Acta*, Amsterdam, v. 41, p. 470-477, 1960.
- DEBIN, J. A.; STRICHARTZ, G. R. Chloride channel inhibition by the venom of the scorpion *Leiurus quinquestriatus*. *Toxicon.*, v. 29, p. 1403, 1991.
- DESCHANE, J.; GARNER, C. C.; SONTHEIMER, H. Chlorotoxin inhibits glioma cell invasion via matrix metalloproteinase-2. *J. Biol. Chem.*, v. 278, 2003.
- DHAWAN, R. *et al.* BTK-2, a new inhibitor of the Kv1.1 potassium channel purified from Indian scorpion *Buthus tumulus*, *FEBS Lett*, v. 539, p. 7-13, 2003.
- DUNLAP, K.; LUEBKE, J. I.; TURNER, T. J. Exocytotic calcium channels in mammalian central neurons. *Trends Neurosci.*, v. 18, n. 2, p. 89-98, 1995.
- ERTEL, E. A.; CAMPBELL, K. P.; HARPOLD, M. M.; HOFMANN, F.; MORI, Y.; PEREZ-REYES, E.; SCHWARTZ, A.; SNITCH, T. P.; TANABE, T.; BIRNBAUMER, L.; TSIEN, R. W.; CATTERALL, W. A. Nomenclature of voltage-gated calcium channels. *Neuron*, v. 25, p. 533-535, 2000.
- ESPINO-SOLIS, G. P.; RIAÑO-UMBARILA, L.; BECERRIL, B.; POSSANI, L.D. Antidotes against venomous animals: state of the art and perspectives. *J Proteomics*, v. 6, n. 2, p. 183-99, 2009.
- FAJLOUN, Z. *et al.* Synthesis, IH NMR structure, and activity of a three-disulfide-bridged maurotoxin analog designed to restore the consensus motif of scorpion toxins. *J. Biol Chem.*, United States, v. 275, n. 18, p. 13605-13612, 2000.
- FELIX, R. Channelopathies: ion channel defects linked to heritable clinical disorders. *J. Med. Genet.*, v. 37, p. 729-740, 2000.

- FOX, J. W.; SERRANO, S. M. Approaching the golden age of natural product pharmaceuticals from venom libraries: an overview of toxins and toxin derivatives currently involved in therapeutic or diagnostic applications. *Curr. Pharm.*, v. 13, n. 28, p. 2927-34, 2007.
- GAO, B.; PEIGNEUR, S.; TYTGAT, J.; ZHU, S. A potent potassium channel blocker from *Mesobuthus eupeus* scorpion venom. *Biochimie*, v. 92, p. 1847-1853, 2010.
- GOMES, A.; BHATTACHARJEE, P.; MISHRA, R.; AJAY, K. B.; DASGUPTA, S. C.; GIRI, B. Anticancer potential of animal venoms and toxins. *Indian Journal of Exp. Biology*, 2010.
- GOMEZ, M. V.; DINIZ, C. R. Separation of toxic components from Brazilian scorpion *Tityus serrulatus* venom. *Mem. Instituto Butantan Simp. Internac.*, São Paulo, v. 33, p. 899-902, 1966.
- GOMEZ, M. V. *Purificação e caracterização da toxina do escorpião Tityus serrulatus*. Tese de doutorado. Escola veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 1967.
- GOMEZ, M. V.; KALAPOTHAKIS, E.; GUATIMOSIM, C.; PRADO, M. A. *Phoneutria nigriventer* venom: a cocktail of toxins that affect ion channel. *Cel. Mol. Neurobiol.*, v. 22, p. 579-588, 2002.
- GUPTA, S. D.; GOMES, A.; DEBNATH, A.; SAHA, A.; GOMES, A. Apoptosis induction in human leukemic cells by a novel protein bengaline, isolated from Indian black scorpion venom: through mitochondrial pathway and inhibition of heat shock proteins. *Chem Biol Interact.*, v. 183, n. 2, p. 293-303, 2010.
- GURROLA, G. B. *et al.* Structure, function and chemical synthesis of *Vaejovis mexicanus* peptide 24: a novel potent blocker of Kv1.3 potassium channels of human T lymphocytes. *Biochemistry*, v. 51, p. 4049-4061, 2012.
- GUTMAN, G. A.; CHANDY, K. G.; ADELMAN, J. P.; AIYAR, J.; BAYLISS, D. A.; CLAPHAM, D. E. Compendium of voltage-gated ion channels: potassium channels. *Pharm Rev.*, v. 55, p. 583-586, 2003.
- GWEE, M. C. E.; GOPALAKRISHNAKONE, P.; CHEAH, L. S.; WONG, P. T. H.; GONG, J. P.; KINI, R. M. *Studies on venom from the Black scorpion Heterometrus longinarus and some other scorpion species*. S.l.: s.ed., 1996.
- GWEE, M. C. E.; NIRTHANAN, S.; KHOO, H. E.; GOPALAKRISHNAKONE, P.; KINI, P. M.; CHEAH, L. S. Autonomic effects of some scorpion venoms and toxins. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, Victoria, v. 29, p. 795-801, 2002.
- HANCOCK, R. E.; SAHL, H. G. Antimicrobial and host-defense peptides as new anti-infective therapeutic strategies. *Nat Biotechnol.*, v. 24, n. 12, p. 1551-7, 2006.
- HARVEY, A. L. Recent studies on dendrotoxins and potassium ion channels. *Gen. Pharmacol.*, v. 28, p. 7-12, 1997.
- _____. Toxins and drug Discovery. *Toxicon.*, v. 92, p. 193-200, 2014.
- HILLE, B. Ion channels of excitable membranes. Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates, 2001.
- HOFMANN, F.; BIEL, M.; FLOCKERZI, V. Molecular basis for Ca²⁺ channel diversity. *Annu Rev Neurosci*, v. 17, p. 399-418, 1994.
- HOLLIGER, P. H.; HUDSON, J. P. Engineering antibody fragments and the rise of single domains. *Nat. Biotechnol.*, v. 23, p. 1126-1136, 2005.
- JENSSEN, H.; HAMILL, P.; HANCOCK, R. E. Peptide antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev.*, v. 19, n. 3, p. 491-511, 2006.
- KALIA, J.; MILESCU, M.; SALVATIERRA, J.; WAGNER, J.; KLINT, J. K.; KING, G. F.; OLIVERA, B. M.; BOSMANS, F. From foe to friend: Using Animal Toxins to Investigate Ion Channel Function. *J. Mol. Biol.*, 2015.
- KING, G. F., 2011. Venoms as a platform for human drugs: translating toxins into therapeutics. *Expert Opin. Biol. Ther.*, v. 11, p. 1469-1484, 2011.
- KING, G. F.; ESCOUBAS, P.; NICHOLSON, G.M. Peptide toxins that selectively target insect NaV and CaV channels. *Channels*, v.2, p. 100-116, 2008.
- KOH, C. Y.; KINI, R. M. From snake venom toxins to therapeutics-cardiovascular examples. *Toxicon*, v. 59, p. 497-506, 2012.
- LEONARD, R. J.; GARCIA, M. L.; SLAGHTER, R. S.; REUBEN J. P. Selective blockers of voltage-gated K⁺ channels depolarize human T lymphocytes: mechanism of the anti-proliferative effect of charybdotoxin. *Proc Natl Acad Sci*, v. 89, n. 21, p. 10094-10098, 1992.

- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How many species are there in Brazil? *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 619-624, 2005.
- LEWIS, R. J.; GARCIA, M. L. Therapeutic potential of venom peptides. *Nature reviews Drug discovery*, v. 2, n. 10, p. 790-802, 2003.
- LI, Q.; ZHAO, Z.; ZHOU, D.; CHEN, Y.; HONG, W.; CAO, L.; YANG, J.; ZHANG, Y.; SHI, W.; CAO, Z.; WU, Y.; YAN, H.; LI, W. Virucidal activity of a scorpion venom peptide variant mucroporin-M1 against measles, SARS-CoV and influenza H5N1 viruses. *Peptides*, v. 32, n. 7, p. 1518-1525, 2011.
- LOURENÇO, W. R. *Scorpions of Brazil*. Paris: Les Editions de l'IF, 2002.
- LOURENÇO, W. R.; EICKSTEDT, V. R. Escorpões de importância médica. In: CARDOSO, J. L. C. *et al. Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes*. 2.ed. São Paulo: Sarvier/Fapesp, 2009.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília, DF: MMA/Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.
- MAGALHÃES, O. DE. O combate ao escorpionismo. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, p. 425-439, 1946.
- MAURANO, H. R. *Do escorpionismo*. Tese de Doutorado – Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1915.
- MENEGASSO, A. R. S. *Uma abordagem peptidômica do veneno do escorpião Tityus serrulatus*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro. Rio Claro, 127 f. 2013.
- MITTERMEIER, R. A. *et al.* O País da megadiversidade. *Ciência Hoje*, v. 81, p. 20-27, 1992.
- MORAES, E. R.; KALAPOTHAKIS, E.; NAVES, L. A.; KUSHMERICK, C. Differential effects of *Tityus bahiensis* Scorpion venom on tetrodotoxin-sensitive and tetrodotoxin-resistant sodium currents. *Neurotox Res*, Jan, v. 19, p. 102-114, 2009.
- OLIVERA, B. M.; MIJANICH, G. P.; RAMACHADRAN J.; ADAMS; M. E. Calcium channel diversity and neurotransmitter release: The omega-conotoxins and omega-agatoxins. *Annu Rev Biochem*, v. 63, p. 823-867, 1994.
- PATINO, G. A.; ISOM, L. L. Electrophysiology and beyond: multiple roles of Na⁺ channel β subunits in development and disease. *Neurosci. Lett*, v. 486, p. 53-59, 2010.
- PEREZ-REYES E. Molecular physiology of low-voltage-activated t-type calcium channels. *Physiol Rev*, v. 83, p. 117-161, 2003.
- PETRICEVICH VL, U. C.; ALVES, R. C.; DA SILVA, M. A.; MORENO, C.; MELO, A. R.; DIAS DA SILVA, W. A single strain of *Mycobacterium bovis* bacillus Calmette-Guérin (BCG) grown in two different media evokes distinct humoral immune responses in mice. *Braz J Med Biol Res*, v. 34, n. 1, p. 81-92, 2001.
- PHILIPPE, G.; ANGENOT, L. Recent developments in the field of arrow and dart poisons. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 100, n. 1-2, p. 85-91, 2005.
- POLIS, G. A. *The biology of scorpions*. Stanford: Stanford University Press, 1990.
- POSSANI, L. D.; BECERRIL, B.; DELEPIERRE, M. e TYTGAT, J. Scorpion toxins specific for Na⁺ channels. *Eur. J. Biochem.*, United Kingdom, v. 264, n. 2, p.287-300, 1999.
- QUINTERO-HERNÁNDEZ, V.; JIMÉNEZ-VARGAS, J. M.; GURROLA, G. B.; VALDIVIA, H. H. F.; POSSANI, L. D. Scorpion venom components that affect ion-channels function. *Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology*, v. 76, p. 328-342, 2013.
- SHAW, C. Venom-based medicines: Advancing drug discovery with reptile and amphibian venom peptides. *Biochem. Evol*, p. 34-37, 2009.
- SHIEH, C. C.; COGHLAN, M.; SULIVAN, J. P.; GOPALAKRISHNAN, M. Potassium channels: molecular defects, diseases, and therapeutic opportunities. *Pharmacol Rev*, v. 52, n. 4, p. 94-557, 2000.
- SISSOM, W. D. *Systematics, biogeography and paleontology*. Stanford University Press, Stanford, California: 1990.
- SNUTCH, T. P.; REINER, P. B. Ca²⁺ channels: diversity of form and function. *Curr Opin Neurobiol*, v. 2, n. 3, p. 247-53, 1992.
- SONG, Y. M.; TANG, X. X.; CHEN, X. G.; GAO, B. B.; GAO, E.; BAI, L.; LV, X. R. Effects of scorpion venom bioactive polypeptides on platelet aggregation and thrombosis and plasma 6-keto-PG Flalpha and TXB2 in rabbits and rats. *Toxicon*, v.

46, n. 2, p. 5-230, 2005.

STOCK L., SOUZA, C. TREPTOW, W. Structural Basis for Activation of Voltage-Gated Cation Channels. *Biochemistry (Mosc.)*, v. 52, p. 1501-1513, 2013.

STRIESSNIG J. Pharmacology, structure and function of cardiac L-type Ca(2+)channels. *Cell Physiol Biochem.*, v. 9, n. 4-5, p. 242-269, 1999.

TAKACS, Z., NATHAN, S. Animal venoms in medicine. In: WEXLER, P. (Ed.). *Encyclopedia of Toxicology*. 3.ed., vol. 1. New York: Academic Press: 2014.

TAKANASHI, M. *et al.* Subunit structure of dihydropyridine-sensitive calcium channels from skeletal muscle. *Proc Natl Acad Sci USA*, v. 84, p. 5478-5482, 1987.

TAN, P. T. J. VEERAMANI, A.; SRINIVASAN, K. N.; RANGANATHAN, S.; BRUSIC, V. Scorpion2: a database for structure-function analysis of scorpion toxins. *Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology*, v. 47, n. 3, p. 356-363, 2006.

TANABE, T.; TAKESHIMA, H.; MIKAMI, A.; FLOCKERZI, V.; TAKAHASHI, H.; KANGAWA, K.; KOJIMA, M.; MATSUO, H.; HIROSE, T.; NUMA, S. Primary structure of the receptor for calcium channel blockers from skeletal muscle. *Nature*, v. 328, p. 313-318, 1987.

TERLAU, H.; OLIVERA, B. M. Conus venoms: a rich source of novel ion channel-targeted peptides. *Physiol Rev.*, v. 84, n. 1, p. 41-68, 2004.

THEAKSTON, R. D. G.; WARRELL, D. A.; GRIFITHS, E. Report of a workshop on the standardization and control of anti-venoms. *Toxicon*, v. 41, p. 541-57, 2003.

TORRES-LARIOS, A.; GURROLA, G. B.; ZAMUDIO, F. Z.; POSSANI, L. D. Hadrurin, a new antimicrobial peptide from the venom of the scorpion *Hadrurus aztecus*. *Eur J Biochem*, v. 267, n. 16, p. 23-31, 2000.

TULGA, T. Scorpions found in Turkey and paraspecific action of an antivenin produced with the venom of the species *Androctonus crassicauda*. *Turk. Hij. Deney. Biyol*, p. 146-155, 1964.

TYTGAT, J.; DEBONT, T.; ROSTOLL, K.; MULLER, G. J.; VERDONCK, F.; DAENENS, P.; VAN DER WALT, J. J.; POSSANI, L. D. Purification and partial characterization of a short insect toxin-like peptide from the venom of the scorpion *Parabuthus schlechteri*. *FEBS Lett*, v. 441, n. 3, p. 387-391, 1998.

TYTGAT, J. *et al.* A unified nomenclature for short-chain peptides isolated from scorpion venoms: alpha-KTx molecular subfamilies. *Trends in pharmacological sciences*, v. 20, n. 11, p. 444-447, 1999.

VALDIVIA, H. H.; POSSANI, L. D. Peptide toxins as probes of ryanodine receptor structure and function. *TCM, France*, v. 8, n. 3, p. 111-118, 1998.

VARGA, Z. *et al.* Vm24, a natural immunosuppressant peptide potently and selectively blocks Kv1.3 potassium channels of human T cells. *Molecular Pharmacology*, v. 82, n. 3, p. 372-382, 2012.

VARGAS, E. *et al.* An emerging consensus on voltage-dependent gating from computational modeling and molecular dynamics simulations. *J. Gen. Physiol*, v. 140, p. 587-594, 2012.

VASCONCELOS, F. Efeitos de α e β -neurotoxinas da peçonha do escorpião *Tityus serrulatus* sobre a liberação de catecolaminas, pressão arterial, captação de neurotransmissores e concentração de cálcio em células de músculo liso de aorta de ratos. 2006. 139p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

WANG, K. *et al.* Functional analysis of the alpha-neurotoxin, BmalphTX14, derived from the Chinese scorpion, *Buthus martensii* Karsch. *Biotechnol Lett.*, v. 28, n. 21, p. 1767-1772, 2006.

WU, X. S.; JIAN, X. C.; YIN, B.; HE, Z. J. Development of the research on the application of chlorotoxin in imaging diagnostics and targeted therapies for tumors. *Chin. J. Cancer*, 2010.

YU, F. H.; CATTERALL, W. A. The VGL-Chanome: A Protein Superfamily Specialized for Electrical Signaling and Ionic Homeostasis. *Sci STKE*, rel. 5, 2004.

ZARGAN, J.; SAJAD, M.; UMAR, S.; NAIME, M.; ALI, S.; KHAN, H. N. A. Scorpion (*Odontobuthus doriae*) venom induces and inhibits DNA synthesis in human neuroblastoma cells. *Mol Cell Biochem.*, v. 348, n. 1-2, p. 173-181, 2011.

ZHAO, Z.; MA, Y.; DAI, C.; ZHAO, R.; LI, S. R.; WU, Y.; CAO, Z.; LI, W. Incorporin, a new cationic antimicrobial peptide from the venom of the scorpion *Isometrus maculates*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, p. 3472-3477, 2009.

ZENG, X. C. *et al.* Cloning and characterization of novel cDNA sequence encoding the precursor of novel venom peptide (BmKbpp) related to a bradykinin-potentiating peptide from Chinese scorpion *Buthus martensii* Karsh. *IUBMB Life*, v. 49, n. 3, p. 207-10.2000.

Projeto "TIC-Horta escolar" no ensino da matemática

"School TI-Orchard" project for math teaching

Recebido em 10 out. 2017; aceito em 30 out. 2017; publicado em 31 out. 2017.

Flávia Regina da Paz SANTOS¹

Alexandre Meneses CHAGAS²

Éverton da Paz SANTOS³

Daniela Alessandra Landi MARTIMIANO⁴

¹ Secretaria Municipal de Educação. Escola Municipal Prof.^a Maria Fidélis Costa. Maruim, SE.

² Universidade Tiradentes – UNIT. Educação a Distância – EAD. Aracaju, SE.

³ Escola Senai Sorocaba/SP. Centro Paula Souza – Etec de Mairinque, SP.

⁴ Instituto Federal de São Paulo, Campus São Roque, São Roque, SP.

RESUMO. Este trabalho relata a realização de um projeto voltado ao ensino da matemática envolvendo tecnologia titulado por TICHORTA, com o objetivo de estudar conteúdos matemáticos a partir da criação da horta, sobretudo, criar uma possibilidade de envolver a tecnologia da informação no processo de ensino e aprendizagem dos alunos no ensino da matemática. Além disso, busca-se incentivar a aquisição de conhecimentos por meio da pesquisa explorando como instrumento as práticas básicas de conhecimentos para a construção da horta com o intuito de melhorar a prática do uso desta tecnologia proporcionando uma interação ativa dentro e fora da sala de aula com o envolvimento de 60 alunos, sete professores e quatro servidores de uma escola situada na zona rural em Maruim-SE. Os resultados alcançados com a realização do projeto apontaram que a comunidade escolar entende a necessidade da realização de projetos que envolvam o uso de tecnologias, desde que favoreça o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando o contato com a pesquisa aos alunos, a divulgação das atividades realizadas durante o projeto e principalmente o interesse pelo ensino da matemática neste contexto.

Palavras-chave: Ensino de Matemática, Horta, Pesquisa, Tecnologia.

ABSTRACT. This paper reports the completion of a project aimed at teaching mathematics involving technology created by TICHORTA, with the goal of studying mathematical content from the creation of the garden, especially, create a possibility to involve information technology in teaching and learning process of the students in the teaching of mathematics. In addition, we seek to encourage the acquisition of knowledge by means of research exploring how basic knowledge practices tool for the construction of the garden in order to improve the practice of the use of this technology by providing active interaction in and out the classroom with the involvement of 60 students, 7 teachers and 4 servers from a school located in the countryside in Maruim-SE. The results achieved with the completion of the project showed that the school community understands the need for the realization of projects involving the use of technologies, since promotes the teaching and learning process, providing the touch with research students, the disclosure of the activities carried out during the project and mainly the interest in the teaching of mathematics in this context.

Keywords: Mathematics Teaching, Vegetable garden, Search, Technology.

INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido acerca da realização de projetos nas escolas vinculados a criação de hortas, como proposta para discutir questões ambientais, saúde, agricultura e alimentação saudável. Nesse sentido, o Ministério da Educação contribui com a promoção do conhecimento de forma ampla, sobretudo, o acesso às novas tecnologias; além do estímulo a atividades que contribuam para conscientização, trabalho em equipe e práticas interdisciplinares no campo da educação.

Segundo Cribb Pinto (2010), pode-se afirmar que:

Numa horta escolar, há possibilidade de se trabalhar diversas atividades, dentre as quais, os conceitos, princípios, o histórico da agricultura, a importância da educação ambiental, a importância das hortaliças para a saúde. Além disso, há o envolvimento das aulas práticas, em que se trabalham as formas de plantio, o cultivo e o cuidado com as hortaliças (CRIBB PINTO, 2010, p. 43).

É de extrema importância desenvolver propostas e trabalhos com uma abordagem de temas sociais em todos os níveis de ensino, com o intuito de contribuir com e para a resolução de problemas enfrentados na sociedade para a qual a escola e os alunos estão inseridos. Neste contexto, a escola e a comunidade precisam estar conectadas com o desenvolvimento de ferramentas que possam auxiliar na formação dos alunos e no trabalho do professor dentro e fora da sala de aula.

Nesse sentido, houve a necessidade de repensar como e de que forma inserir o uso das tecnologias no ensino da matemática por meio da criação de uma horta. Sendo assim, foi criado um projeto titulado por "TIC-HORTA" numa escola municipal localizada no município de Maruim - SE, com o objetivo de estudar conteúdos matemáticos a partir da criação da horta, sobretudo, criar uma possibilidade de envolver a tecnologia da informação no processo de ensino e aprendizagem dos alunos no ensino da matemática, incentivando a busca de conhecimentos por meio da pesquisa. Objetivou-se explorar, como instrumento, as práticas básicas de conhecimentos para a construção da horta com o intuito de melhorar a prática do uso desta tecnologia, proporcionando uma interação ativa dentro e fora da sala de aula.

O uso das novas tecnologias na e para a educação são vistas como instrumentos de construção do conhecimento, com propostas educacionais diferenciadas, propiciando a construção de ambientes de aprendizagem com os quais o aluno pode acompanhar o percurso de suas construções, por meio de propostas e projetos significativos e interessantes. Na concepção de Morgado e Santos:

As principais atividades desenvolvidas nas escolas, envolvendo a horta no trabalho de educação ambiental e alimentar, foram as seguintes: conhecimento, cultivo e consumo de diversas plantas (hortaliças, medicinais, ornamentais, condimentares, cereais, grãos e raízes); confecção de materiais educativos (livros de receita, cartazes, pinturas e textos coletivos); atividades lúdicas (criação de personagens e apresentação de teatros); reciclagem de resíduos sólidos (compostagem, coleta seletiva e oficinas de reciclagem artística); oficinas culinárias (utilização dos alimentos colhidos na horta); mutirões com a comunidade escolar para a manutenção do ambiente da horta e visitas a centrais de distribuição de produtos agrícolas (MORGADO; SANTOS, 2008, p. 2).

O professor, neste contexto, deve modificar certas estruturas do processo educacional, sendo o mediador, não o centro do processo de ensino-aprendizagem, estimulando os alunos para a criatividade, para a autonomia e utilizando os conhecimentos dos alunos num espírito colaborativo, sobretudo, trocando experiências e informações, refletindo, discutindo e expressando suas ideias.

Ao cuidar da horta, os alunos adquirem novos valores, novas formas de pensar e mudam suas atitudes em relação aos cuidados com a vida. Já que, por meio do trabalho em equipe, da solidariedade, das práticas do cuidar e da cooperação desenvolvem o senso respeito e de responsabilidade, de autonomia e da sensibilidade em compreender que os ciclos ecológicos estão presentes na vida de todos os seres vivos e estes precisam de respeito, atenção e cuidado (CRIBB PINTO, 2010).

Ainda nesta perspectiva, as atividades desenvolvidas na horta envolvem a participação de diversos membros da comunidade escolar. Tal trabalho coletivo fortalece a relação da comunidade com a escola, aproximando os sujeitos sociais e desenvolvendo o senso de responsabilidade e de cooperação nas escolas (MORGADO; SANTOS, 2008). Na visão das autoras, a horta inserida no ambiente escolar pode se tornar um laboratório vivo que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas, unindo teoria e prática de forma contextualizada, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem e estreitando relações por meio da promoção do trabalho coletivo e da cooperação entre os agentes sociais envolvidos.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar como e de que forma as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) contribuem no planejamento educacional escolar e no ensino de matemática. Além disso, objetivou-se, também, criar uma horta na escola, a partir de materiais alternativos e ferramentas tecnológicas como instrumentos de pesquisa.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho é fruto de um projeto realizado pela professora autora principal deste trabalho, caracterizado como um estudo de caso, com características descritivas e com aspectos qualitativos e quantitativos.

O projeto "TIC-HORTA" foi desenvolvido numa escola municipal localizada no Povoado João Gomes de Mello, no município de Maruim - SE. A escolha de relacionar as tecnologias com o ensino de Matemática deu-se pelo fato de que os alunos na sua grande maioria possuem aparelhos celulares com acesso a aplicativos como WhatsApp®, Facebook® etc. Mesmo com as dificuldades do acesso à internet no ambiente escolar, eles têm acesso à internet em casa, no celular ou o fazem em ambientes diversos como *lan-houses*.

Neste contexto, os alunos foram estimulados a pesquisarem sobre como montar uma horta, e os mesmos com a ajuda da professora, montaram uma horta, visto que a escola está localizada na zona rural. Havia uma área de 5,2 x 14,5 m² disponível para o plantio. As sementes cultivadas foram tomate, pimentão, cebolinha, coentro, couve e quiabo, além de mudas de ervas medicinais. As sementes e as mudas foram adquiridas junto aos pais dos alunos e a estabelecimentos comerciais que possuem as mesmas.

A montagem dos canteiros foi realizada com base na proposta de Trentin e Pereira Cesar (2014), sendo adaptados com 47 pneus usados descartados por oficinas e borracharias da região (Figura 1).



Figura 1. Terreno antes da horta e coleta dos pneus e montagem dos canteiros com medição da área. Fonte: Arquivo das autoras (2016).

A atividade teve início no segundo semestre letivo de 2016 e contou com a participação de 60 alunos de diferentes turmas do ensino fundamental, sendo estes distribuídos de acordo com o quadro de atividades (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição de atividades por turmas e alunos.

Turma	Atividades
6ª série 7º ano	Medição e limpeza da área destinada à horta.
7ª série 8º ano	Coleta e distribuição dos pneus para o canteiro.
8ª série 9º ano	Pesquisas bibliográficas em sites na internet e vídeos educativos sobre horta.

É importante destacar que as ações e atividades foram realizadas no turno inverso das aulas curriculares e grande parte aos sábados sempre coordenados pelos docentes envolvidos diretamente no projeto. Ainda neste contexto, foram aplicados questionários com perguntas fechadas e abertas aos 60 alunos, sete professores e quatro servidores da comunidade escolar, sobre a ideia da criação da horta, sobretudo, com os alunos participantes do projeto. O objetivo do questionário foi avaliar o resultado da atividade realizada na escola. Após a coleta dos dados, foram elaborados e discutidos gráficos, tabelas percentuais e discursos coletados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de construção da horta, os alunos foram distribuídos de acordo com as turmas e foram orientados pela professora de matemática a realizarem pesquisas sobre a proposta da atividade na escola. Além disso, foi criado um grupo de Whatsapp® e uma página no Facebook® a fim de que os alunos pudessem compartilhar e interagir uns com os outros.

As pesquisas foram direcionadas aos alunos no sentido de buscarmos informações sobre como e de que forma uma horta é construída, com fotos, imagens, tamanhos, materiais e equipamentos utilizados na construção. Todo o material da pesquisa era publicado e compartilhado numa página nas redes sociais, criada pelos alunos (Figura 2).

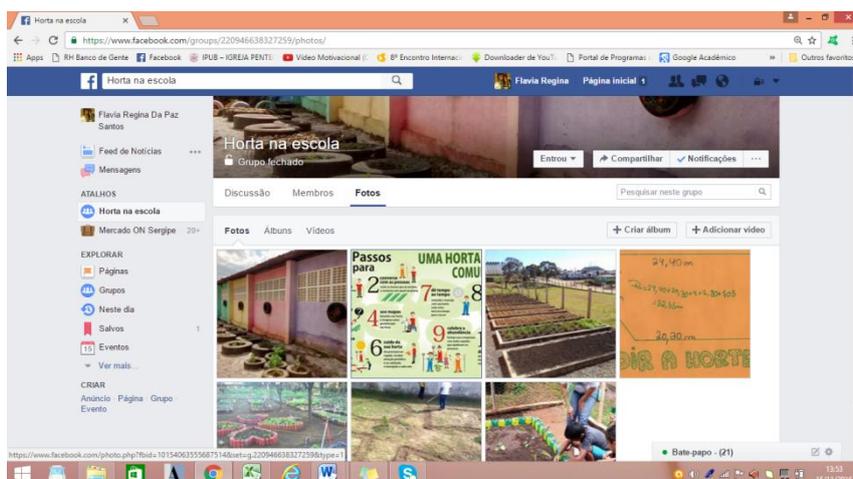


Figura 2. Página criada no Facebook pelos alunos envolvidos no projeto da hora na escola. Fonte: Arquivo das autoras (2016).

Após as pesquisas, os alunos iniciaram a coleta dos pneus, limpeza do terreno e montagem dos canteiros, além de pintar a parede lateral da escola (Figura 3).

Nesta etapa, é importante ressaltar que os alunos foram orientados a medição do terreno, a contagem dos pneus, o espaçamento entre os pneus, o tamanho dos canteiros. Durante a execução de todas as etapas do projeto, os alunos foram estimulados a divulgação por meio de aplicativos no celular e nas redes sociais.

Após a montagem dos canteiros, os alunos realizaram o plantio das sementes (Figura 4). Nesta etapa, realizaram cálculos matemáticos envolvendo as quatro operações, regras de três simples e cálculo de porcentagem.

Em relação aos questionários aplicados aos participantes do projeto, o levantamento dos dados coletados está explicitado por meio de gráficos, percentuais, tabelas e depoimentos (Gráficos 1, 2, 3 e 4).



Figura 3. Montagem dos canteiros com pneus usados, medição da área e paisagismo. Fonte: Arquivo das autoras (2016).



Figura 4. Plantio das sementes. Fonte: Arquivo das autoras (2016).

De acordo com os dados do Gráfico 1, 58% dos alunos são do sexo feminino e 42% do sexo masculino; ressalta-se que 58% dos alunos estudam há mais de três anos, 25% estão de dois a três anos estudando na escola e 17% estão entre um a dois anos estudando na escola. O tempo de permanência na escola destes alunos é de suma importância, pois o acompanhamento do desenvolvimento deles relacionado à idade e a série correspondente permite uma avaliação por parte do professor em avançar ou não o aluno de série.

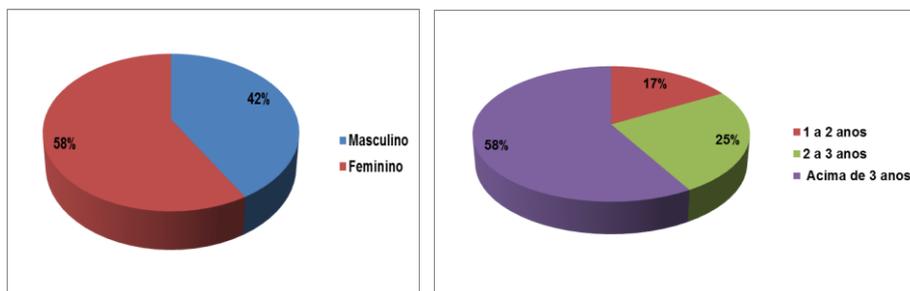


Gráfico 1. À esquerda, sexo dos participantes da pesquisa; à direita, tempo de estudo na escola.

Quando os alunos são questionados quanto à participação de projetos na escola (Gráfico 2), 75% afirmaram que sim, apontando os seguintes projetos já realizados na escola: Jogos escolares, consciência negra e projeto junino. Quando foram questionados se participaram do projeto da hora na escola, 92% afirmaram positivamente.

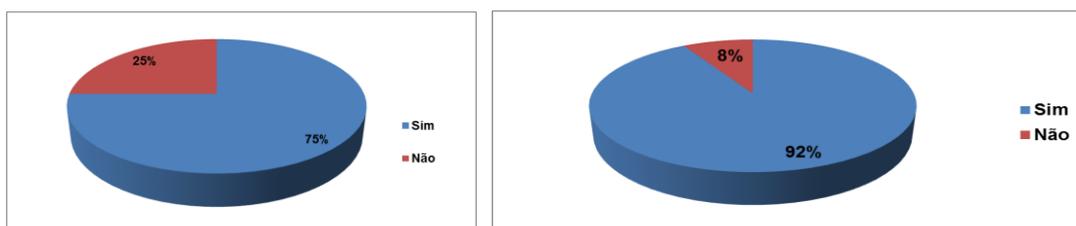


Gráfico 2. À esquerda, aluno(a)s que participaram de projetos na escola; à direita, aluno(a)s que participaram do projeto da horta na escola.

Quando os alunos foram questionados se gostaram de participar do projeto da hora na escola, 92% afirmaram positivamente, ao passo que 8% apontaram não gostar de participar por causa da falta de costume na realização deste tipo de atividade (Gráfico 3).

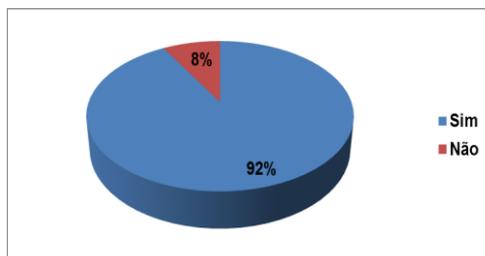


Gráfico 3. Alunos que gostaram de participar do projeto da horta na escola.

Além disso, os alunos apontaram os benefícios e justificaram a satisfação em participar do projeto relacionando o ensino da matemática com a tecnologia e a pesquisa. Essa análise foi percebida por meio de alguns depoimentos coletados, conforme estão dispostos a seguir:

Aluno A: Aprendi usar uma trena para fazer a medida do canteiro da horta.

Aluno B: Foi bom porque além de aprender matemática nós aprendemos a pesquisar primeiro para criar uma horta na nossa escola.

Aluno C: O projeto da horta trouxe para nós muita alegria, por que, deixou a escola mais bonita e também aprendemos a cultivar a horta e ainda se alimentar do que foi plantado na escola.

Este resultado também foi encontrado na proposta de Trentin e Pereira Cesar (2014) ao desenvolverem o projeto da horta na escola, relacionando ao ensino da matemática (especificamente, ensino de geometria), o que promoveu maior interesse aos alunos durante as aulas de matemática, compreendendo os objetos e conceitos de geometria, desenvolvendo a capacidade de pensar e raciocinar, além de relacionar a teoria e a prática no processo de ensino e aprendizagem adaptados a contextos dentro e fora do ambiente escolar.

Tratando-se dos questionários aplicados aos professores e aos servidores, observou-se que os resultados encontrados foram, em geral, satisfatórios quanto aos objetivos da realização do projeto, uma vez que 100% dos professores e servidores participaram do projeto da horta na escola; além disso, notou-se total incentivo da escola para a realização de projetos nessa unidade escolar (entre os quais se destacam: o projeto de meio ambiente, o projeto junino, os jogos escolares e o projeto sobre a consciência negra).

Quando os participantes foram questionados sobre TICs e qual a importância em relacionar os projetos escolares com a tecnologia, 100% dos professores afirmaram que conhecem e já ouviram falar sobre o assunto; 75% dos servidores também afirmaram que já ouviram falar sobre o assunto, sendo que apenas 25% dos servidores não conheciam ou ouviram falar sobre TICs (Gráfico 4).

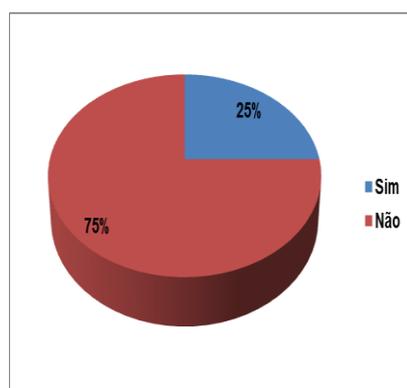


Gráfico 4. Servidores que já ouviram falar sobre TICs.

Alguns comentários dos professores evidenciam a importância do uso das tecnologias aplicadas ao ensino por meio de projetos:

Professor 1: É de grande valia quando se utiliza uma nova ferramenta como forma de educar e ensinar tal como englobar a juventude nessa era global. Em suma desenvolvimento e aprendizagem.

Professor 2: É importante, pois o aluno aprende a relacionar a tecnologia com o que aprende em sala de aula e utilizá-la de forma consciente.

Professor 3: Aprender a fazer o bom uso da internet como meio de obtenção de informações através de pesquisas.

Professor 4: É uma forma de o aluno interagir com o ambiente virtual e a sala de aula.

Professor 5: É importante, pois a tecnologia evolui a cada momento e nós professores precisamos adaptar e acompanhar este desenvolvimento.

Professor 6: A tecnologia tem o seu lado positivo e negativo, mas com a realização de projetos na escola é muito importante para que os alunos possam pesquisar e divulgar os trabalhos realizados.

Professor 7: As TICs contribuem para o desenvolvimento dos alunos na aprendizagem pois, eles conseguem interagir bem com estes veículos de comunicação.

Diante dos depoimentos dos professores sobre TICs, é possível afirmar que, de forma geral, eles entendem a importância e uso destas ferramentas quando aplicadas de forma correta como auxílio no processo de aprendizagem. Quando os servidores participantes da pesquisa, foram estimulados a avaliarem o projeto da horta na escola. Todos afirmaram que foi ótimo e muito importante para a escola, conforme os depoimentos a seguir:

Servidor A: Melhorou a aparência da escola. A escola ficou mais verde.

Servidor B: A escola ficou mais bonita, com uma linda área verde que antigamente era mato.

Servidor C: A horta foi importante, pois nós vamos poder usar para cozinhar e servir os alimentos.

Servidor D: Além da linda paisagem da escola com a horta. Houve a união dos alunos, a integração e entusiasmo com a criação e cultivo.

Tratando-se da avaliação dos depoimentos dos servidores, é possível perceber que o enfoque foi dado à questão do paisagismo e aparência da escola com a criação da horta, além de indícios de impactos na alimentação e na questão da cooperação entre alunos e professores. Quando os professores e servidores participantes do projeto foram estimulados a escreverem os benefícios que o projeto da horta trouxe a escola e aos alunos, observa-se um resultado favorável neste contexto (Tabela 2).

Tabela 2. Respostas dos professores e servidores sobre os benefícios do projeto “TIC-HORTA” na escola. Legenda: P: Professor; S: Servidor.

Respostas dos professores	Respostas dos servidores
<p>P1: A oportunidade de consolidar a teoria e a prática aplicando o que se aprende. Os discentes também irão avaliar os benefícios de uma alimentação saudável.</p> <p>P2: Trouxe muitos benefícios principalmente à integração dos alunos com os professores possibilitou o desenvolvimento da aprendizagem de forma lúdica e interessante.</p> <p>P3: A atividade despertou o interesse dos alunos no ensino da matemática, além de promover a interação e integração entre as turmas e os professores de diferentes áreas. Além disso, contribuiu com a alimentação fornecida pela escola.</p> <p>P4: O projeto trouxe muitos benefícios para escola e para os alunos, dentre eles: a interação entre os alunos e professores e ajudou na alimentação.</p> <p>P5: O projeto despertou o interesse dos alunos em estudar matemática e outras disciplinas.</p> <p>P6: Foi muito importante para todos nós que fazemos parte desta escola não só os professores e os alunos, mas os servidores e os pais dos alunos.</p> <p>P7: O projeto beneficiou a escola como um todo, desde a aparência até a alimentação dos alunos.</p>	<p>S1: Foi importante a horta porque será usada na merenda escolar fornecida aos alunos.</p> <p>S2: O projeto da horta foi muito bonito, eu nunca tinha visto isso. Gostei muito por que os alunos até nos dias de sábado estavam na escola.</p> <p>S3: A horta foi importante, pois, foi um trabalho coletivo, todos nós participamos de alguma maneira.</p> <p>S4: A realização do projeto da horta na escola, não trouxe apenas benefícios para a professora diretamente envolvida, mas, para as outras áreas também, pois, houve uma integração entre os professores e os alunos aumentando o compromisso, a responsabilidade deles com a horta, contribuindo com a união e entusiasmo deles.</p>

De acordo com esses depoimentos, é notável a importância da realização do projeto na escola, apontando vários caminhos a serem tomados a partir do projeto, possibilitando uma discussão comumente vista nas áreas como a interdisciplinaridade, formação de professores, meio ambiente, ecologia, educação nutricional etc. Apesar de não ser o enfoque deste projeto, observa-se que outros trabalhos já realizados encontrados na literatura também valorizam este enfoque.

O professor, neste contexto, deve modificar certas estruturas do processo educacional, sendo o mediador, não o centro do processo de ensino e aprendizagem, estimulando os alunos para a criatividade, para a autonomia e utilizando os conhecimentos dos alunos num espírito colaborativo, sobretudo, trocando experiências e informações, refletindo, discutindo e expressando suas ideias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o projeto “TIC-HORTA” na Escola Municipal Ensino Fundamental Prof^a. Maria Fidélis Costa, os resultados e objetivos traçados foram positivos, pois o contexto e a realidade da escola foram de extrema importância para execução do mesmo.

A horta criada na escola teve a participação da comunidade escolar envolvendo os professores, servidores a direção escolar, os alunos e pais dos alunos. É importante ressaltar que a horta implantada não teve fins lucrativos, uma vez que sua produção foi direcionada como principal objetivo de relacionar o ensino da matemática aplicado ao uso de tecnologias por parte dos alunos. Os objetivos secundários, assim como o resultado da produção e cultivo das hortaliças e plantas medicinais, serão utilizados na preparação da merenda escolar dos alunos e uso da comunidade escolar em geral.

De forma geral, a comunidade escolar entende a necessidade da realização de projetos envolvam o uso de tecnologias, desde que favoreça o processo de ensino e aprendizagem. Tratando-se do projeto “TIC-HORTA”, o mesmo trouxe muitos benefícios, proporcionando o contato com a pesquisa aos alunos, a divulgação das atividades realizadas durante o projeto e principalmente o interesse pelo ensino da matemática neste contexto.

Apesar do resultado satisfatório, há uma necessidade de continuidade do projeto com ações educativas, ou seja, como um plano de ação, voltado não só no ensino da matemática, mas de outras áreas do conhecimento, sobretudo, a participação direta dos docentes da escola no sentido de estabelecer e propor ferramentas que possam auxiliar outros conteúdos afins, considerando-se a realidade do público e a comunidade escolar a ser trabalhada.

REFERÊNCIAS

CRIBB PINTO, S. L. de S. Contribuições da educação ambiental e horta escolar na promoção de melhorias ao ensino, à saúde e ao ambiente. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 3, n. 1, 2010.

MORGADO, F. S.; SANTOS, M. A. A. dos. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. *Extensio: Revista Eletrônica de Extensão*, v. 5, n. 6, p. 57-67, 2008.

TRENTIN, E. S.; PEREIRA CESAR, L. B. Ensino de Matemática na escola do campo: um processo de ensino e aprendizagem no contexto da horta geométrica. *Anais e Resumos. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia (SINECT)*. Ponta Grossa-PR: Novembro, 2014.

APÊNDICE

PROJETO: IMPLANTAÇÃO DA HORTA NA ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL PROFA MARIA FIDÉLIS COSTA QUESTIONÁRIO – COMUNIDADE ESCOLAR

Parte A – Alunos

- 1) Sexo/idade
 Masculino Feminino Idade: _____
 - 2) Há quanto tempo você estuda nesta escola?
 menos de 1 ano 1 a 2 anos 2 a 3 anos acima de 3 anos
 - 3) Você já participou de algum projeto na escola?
 Sim Não Qual: _____
 - 4) Você participou do projeto da horta na escola?
 Sim Não
- Como você participou: _____
- 5) Você gostou participar do projeto da horta da escola?
 Sim Não
- Por que: _____
- 6) Escreva o que você aprendeu com o projeto da horta na escola?

Parte B – Professores

- 1) Sexo
 Masculino Feminino Idade: _____
- 2) Há quanto tempo trabalha nesta escola?
 menos de 1 ano 1 a 2 anos 2 a 3 anos acima de 3 anos
- 3) Você já participou de algum projeto na escola?
 Sim Não Qual: _____
- 4) Formação Acadêmica
 Superior Cursando Superior com Especialização.
 Superior Completo Mestrado
 Superior cursando. Doutorado

- 5) A escola incentiva à realização de projetos?
 Sim Não

- 6) Você já ouviu falar sobre TICs ?
 Sim Não

- 7) Escreva com suas palavras sobre a importância da realização de projetos na escola que envolva TICs.

- 8) Que benefícios à realização do projeto da horta trouxe para escola e para os alunos?

Parte C – Servidores da Escola

- 1) Sexo
 Masculino Feminino Idade: _____
- 2) Há quanto tempo trabalha nesta escola?
 menos de 1 ano 1 a 2 anos 2 a 3 anos acima de 3 anos
- 3) Formação Acadêmica
 Superior Cursando Superior com Especialização.
 Superior Completo Mestrado
 Superior cursando. Doutorado
 Ensino Fundamental Ensino Médio Completo
- 4) Você já ouviu falar sobre TICs ?
 Sim Não
- 5) Você participou do projeto da horta na escola?
 Sim Não
- 6) Como você avalia o projeto da horta na escola
 Bom Regular Péssimo Ótimo
 Justifique sua resposta: _____
- 7) Que benefícios à realização do projeto da horta trouxe para escola e para os alunos?

Efeito de microrganismo eficiente em um sistema de compostagem de dejetos de suínos

Effect of efficient micro organism in a swine manure composting system

Recebido em 10 out. 2017; aceito em 30 out. 2017; publicado em 31 out. 2017.

Nicolas Brandão MESQUITA¹
Francisco Rafael Martins SOTO¹
Mayara Pereira Mendes COSTA¹
Fábio Patrik Pereira de FREITAS¹
Adriano Adelson COSTA²

¹Instituto Federal de São Paulo, campus São Roque.

²Mestrando em Saúde Ambiental. Centro Universitário Faculdades Metropolitanas Unidas. e-mail: adrianocostal405@hotmail.com

RESUMO. Avaliou-se o efeito do micro-organismo eficiente (ME), *Saccharomyces cerevisiae*, no dejetos suíno (DS) em relação a contagem de bactérias do grupo coliforme e a temperatura em um sistema experimental de compostagem, na qual foi constituído de dois tratamentos com duas repetições cada. No grupo controle utilizou-se o DS, e no grupo tratado aplicou-se junto com o DS o ME na forma ativa. Foram coletadas amostras semanalmente para análises de coliformes totais e termotolerantes e aferiu-se a temperatura diariamente com horário pré-determinado. Os resultados indicaram desempenho similar de ambos os tratamentos tanto na redução de coliformes totais e termotolerantes, quanto na oscilação da temperatura entre a fase mesofílica e termofílica.

Palavras-chave: Suinocultura, bactérias, temperatura.

ABSTRACT. The effect of the efficient microorganism (EM), *Saccharomyces cerevisiae*, on swine manure (SM) in relation to coliform group counts and temperature in an experimental composting system was evaluated, in which it consisted of two treatments with two replicates each. In the control group the SM was used, and in the treated group it was applied together with the SM the EM in the active form. Samples were collected weekly for analysis of total and thermo tolerant coliforms and the temperature was checked daily at a predetermined time. The results indicated similar performance of both treatments in both the reduction of total and thermo tolerant coliforms, as well as the temperature oscillation between the mesophilic and thermophilic phases.

Keywords: Swine, bacteria, temperature.

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira vem ganhando cada vez mais espaço no mercado nacional e internacional. No quesito produção mundial de carne suína, o Brasil ficou classificado no ano de 2016 na quarta colocação, com 3.731 mil toneladas. Já em relação às exportações o país atingiu cerca de 730 mil toneladas exportadas, ocupando a mesma posição (ABPA, 2017).

No que se refere ao aspecto social, no Brasil, a atividade funciona como fator de geração de empregos, principalmente nas regiões sul e sudeste onde está localizada a maioria dos suinocultores, e encontra-se entre os 10 maiores produtores no mercado internacional, como fornecedor de carne suína (SERPA FILHO *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, devido ao aumento da procura por este tipo de proteína em diversos países do mundo, a suinocultura apresentou crescimento (BONAMIGO *et al.*, 2014). A fim de atender esta demanda, a atividade passou a se desenvolver como suinocultura industrial através da incorporação de inovações tecnológicas que a permitiram produzir quantidades cada vez maiores em espaços menores (URBINATI *et al.*, 2013; ITO *et al.*, 2016).

Entretanto esta nova perspectiva levou a geração concentrada de dejetos, um importante passivo ambiental. Desta forma, além de sua relevância econômica e social, esta atividade é considerada potencialmente poluidora em decorrência da grande quantidade de dejetos suínos (DS) rico em matéria orgânica, nutrientes e de micro-organismos eventualmente patogênicos, gerada diariamente (ARAÚJO *et al.*, 2012; SÁ *et al.*, 2014).

Dentre os diversos tipos de impactos ambientais causados pela disposição inadequada de DS no ambiente, cita-se a liberação de gases do efeito estufa como gás metano (CH₄), gás carbônico (CO₂), gás amônia (NH₄), óxido nitroso (N₂O) e nitrogênio (N₂), subprodutos da decomposição do DS; eutrofização dos corpos hídricos através do escoamento de nutrientes; saturação do solo por excesso de nutrientes e de metais pesados; poluição da água e do solo por micro-organismos patogênicos; liberação do composto volátil carbamato de amônia que provoca efeitos adversos ao homem, como irritação ocular; afeta o bem estar da população devido os maus odores; e contribui para a proliferação de insetos, dentre outros (SARDÁ *et al.*, 2010; ITO *et al.*, 2016).

Diante desta situação, os produtores encontram dificuldades para a destinação ambientalmente correta destes resíduos (DUDA *et al.*, 2011; MENG *et al.*, 2013).

A compostagem é uma das alternativas para o tratamento dos DS. Ela trata-se de um processo natural e controlado em que microrganismos aeróbicos decompõem a matéria orgânica transformando-a em um produto final estável, livre de organismos patogênicos e rico em substâncias húmicas. (VALENTE *et al.*, 2009).

O composto final, conhecido como biofertilizante, pode ser empregado como melhorador das estruturas do solo para fins agrícolas. Quando usado para este fim ele proporciona benefícios agrônômicos, como elevação do pH, redução da acidez potencial e aumento na disponibilidade de macronutrientes, além de representar um benefício de ordem social, devido à disposição final menos impactante no ambiente. Ademais devido ao seu valor agrônômico é uma

importante fonte de renda alternativa para o suinocultor (RODRIGUES *et al.*, 2011).

O processo da compostagem depende da interação ideal de diferentes fatores, sendo eles umidade, aeração, relação C/N, pH, granulometria e altura de leira. O sucesso da atividade microbiológica na estabilização da matéria orgânica depende da combinação ótima destes fatores (VALENTE *et al.*, 2009).

Estudos têm demonstrado que o período médio de transformação do DS em biofertilizante pelo método da compostagem pode variar de 90 até 150 dias, dependendo do manejo e da tecnologia empregada (CARDOSO *et al.*, 2015). A utilização de micro-organismos eficientes (ME) tem sido pesquisada em processos de compostagem com o objetivo de reduzir o tempo de maturação da matéria orgânica (PEDROSA *et al.*, 2013). No final da década de 80 do século XX, foram iniciados os primeiros experimentos no Japão com resultados satisfatórios. No Brasil, já no século XXI foi confirmada a eficiência dos ME na ciclagem da matéria orgânica (MARRONI *et al.*, 2011).

Os ME são formados pela comunidade de microrganismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas, que coexistem quando em meio líquido. Dentre as classes microbianas apontadas como ME citam-se as Leveduras (*Saccharomyces*), Actinomicetos, *Lactobacillus* e bactérias fotossintéticas, que apresentam como principal característica a decomposição da matéria orgânica de forma equilibrada, com pouco gasto de energia e de tempo, conferindo a estabilidade do sistema (ORRICO JUNIOR; ORRICO, LUCAS JÚNIOR, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2012).

Baseado neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ME *Saccharomyces cerevisiae*, no DS em relação a contagem de bactérias do grupo coliforme e a temperatura em um sistema experimental de compostagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* São Roque, no período de maio a agosto de 2017. O desenho experimental e as especificações dos canteiros de compostagem feitos em alvenaria estão representados na Figura 1.

O experimento constituiu-se de dois tratamentos com duas repetições distribuídos em canteiros (Figura 1). No grupo controle utilizou-se DS, e no grupo tratado aplicou-se junto com o DS o ME, *Saccharomyces cerevisiae*, na forma ativa. A inoculação do ME nos canteiros foi realizada a partir da diluição de 500 gramas de fermento biológico em 1 litro de água, e regado nos respectivos canteiros durante quatro intervalos semanais.

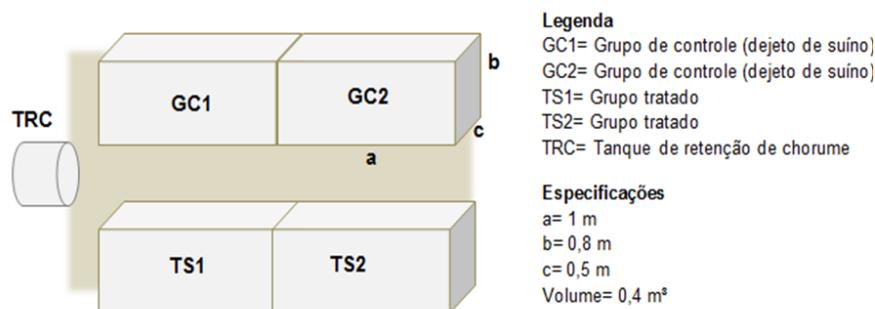


Figura 1. Representação esquemática do experimento.

Após o período de 60 dias, foram iniciados reviramentos periódicos e manutenção de teores de umidade satisfatórios, entre 60 e 80%, para a oxigenação do sistema e a sua completa estabilização no grupo tratado e controle.

Para obtenção de amostras, foram considerados quatro pontos de coleta em cada canteiro, sendo dois na área central e os demais em dois pontos extremos do canteiro e de lados opostos.

As análises bacteriológicas e a determinação de unidades formadoras de colônias (UFC) foram efetuadas com o uso da técnica utilizada por Vanderzant e Splittstoesser (1992) e Silva, Junqueira e Silveira (2007). A temperatura foi aferida diariamente, às 15:00, desde o dia zero, com a introdução do termômetro durante três minutos no interior do sistema de compostagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da mensuração da temperatura ao longo das semanas em ambos os tratamentos (GC e TS) estão representados nos Gráficos 1 e 2.

Conforme pode ser observado nos gráficos, ambos os tratamentos atingiram a fase termófila nas primeiras semanas. Nos grupos GC1 e GC2 alcançou um pico de temperatura máxima de 49 °C e 50 °C, respectivamente. Já nos grupos TS1 e TS2 a máxima atingida foi de 56 °C para o primeiro e 50 °C para o segundo.

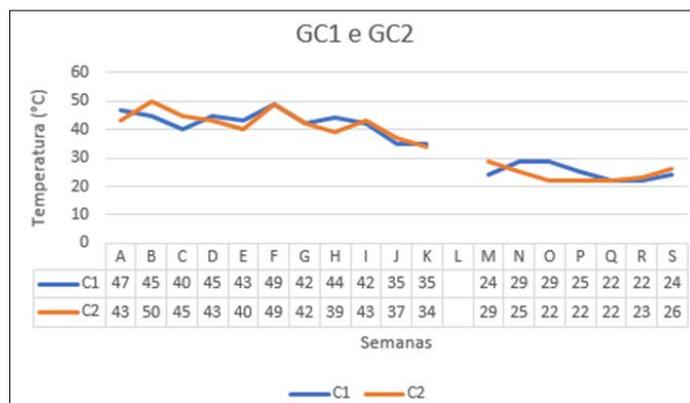


Gráfico 1. Representação gráfica da temperatura (°C) do grupo GC (1 e 2) durante o período experimental (média semanal).

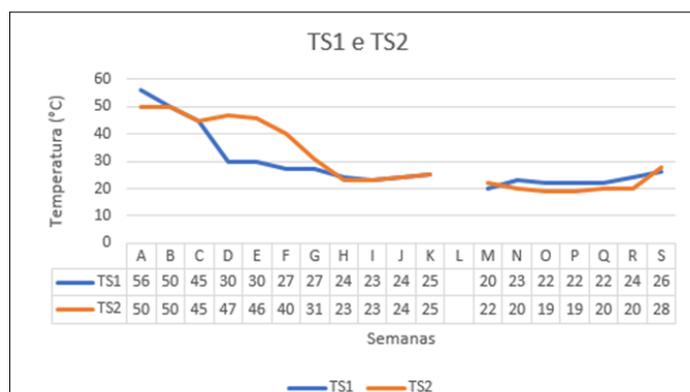


Gráfico 2. Representação gráfica da temperatura (°C) do grupo TSI (1 e 2) durante o período experimental (média semanal).

Posteriormente, houve redução e estabilização dos valores da temperatura na fase mesofílica, característica inerente ao processo da compostagem.

Soto e coautores (2017), por meio de um estudo com um sistema de compostagem experimental de carcaças e dejetos sólidos de suínos, obtiveram também no decorrer do experimento picos de temperatura (57 e 58 °C) típicos da fase termofílica.

Destaca-se que médias altas de temperatura, como ocorrido nas primeiras semanas das análises, são imprescindíveis no processo, pois contribuem para a redução dos micro-organismos patogênicos presentes inicialmente no substrato, garantindo, desta forma, a qualidade microbiológica do composto sem oferecer riscos de contaminação (HECK *et al.*, 2013). Em relação as análises de coliformes totais e termotolerantes, os valores médios estão descritos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados médios de coliformes totais expressos em UFCI.mL⁻¹ nos dois tratamentos durante doze semanas.

	SEMANAS											
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a
GC (1 e 2)	240	240	240	240	240	240	240	175	240	132	78	240
TS (1 e 2)	240	132	122,15	122,15	240	143	143	240	240	175	240	240

Ao analisar estes resultados, observou-se que ambos os tratamentos tiveram desempenho similares tanto em relação aos coliformes totais como os termotolerantes. Particularmente para o grupo de coliformes termotolerantes, observa-se que a redução significativa (aproximadamente 99% de redução em ambos os grupos) deste importante grupo de micro-organismos patogênicos, indicadores de qualidade ambiental.

Tabela 2. Resultados médios de coliformes termotolerantes expressos em UFCL.mL⁻¹ nos dois tratamentos durante doze semanas.

	SEMANAS											
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a
GC (1 e 2)	-	240	240	240	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
TS (1 e 2)	-	132	122,15	122,15	0,46	0,46	0,46	1,5	0,3	0,3	0,605	0,3

Sá e coautores (2014) com o intuito de avaliar a eficiência da compostagem automatizada dos dejetos líquidos de suínos na redução da população de coliformes obtiveram uma redução de 99,99 % de CF, o que caracteriza eficiência do processo de compostagem na sanitização do substrato obtido a partir dos DS.

É importante observar que a eficiência da compostagem na redução da população de coliformes se deve, geralmente, a elevação da temperatura graças à atividade microbiológica. Posteriormente ocorre a concentração de nutrientes no composto, e a consequente, estabilização do material (SERPA FILHO *et al.*, 2013).

No caso do presente estudo, ao comparar os resultados obtidos no grupo tratado e no grupo controle, não é possível afirmar que o ME foi capaz de influenciar os resultados de coliformes totais e termotolerantes. Assim, é relevante que novas investigações sejam conduzidas com o intuito de caracterizar especificamente a influência do ME.

Diante destes resultados e ao considerar os riscos potenciais que o descarte inadequado de DS gera a saúde pública, nota-se que a compostagem compreende uma alternativa cada vez mais promissora na promoção de qualidade ambiental na suinocultura, visto que tal tecnologia possui a capacidade de reduzir consideravelmente o número de micro-organismos potencialmente patogênicos (SÁ *et al.*, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização deste trabalho concluiu-se que ambos os tratamentos tiveram desempenho similares na redução de coliformes totais e termotolerantes e na oscilação da temperatura. Sugere-se que em pesquisas futuras sejam investigados outros parâmetros, visando identificar o papel de ME como alternativa para a melhoria da eficiência do processo de compostagem.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, J. L.; ALVES, R. G.; BELLI FILHO, P.; COSTA, R. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos instalado no Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v. 16, n. 7, p. 745-753, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Relatório Anual*, 2017. Disponível em: <http://abpabr.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.
- BONAMIGO, A.; MELZ, M. J.; SEHNEM, S.; WINCK, C. A. Manejo dos dejetos de suínos através do sistema de compostagem. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v. 7, n. 3, p. 659-681, 2014.
- CARDOSO, B. F.; OYAMADA, G. C.; SILVA, C. M. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, v. 13, n. 32, p. 127-145, 2015.
- CARVALHO, C. S.; RIBEIRINHO, V. S.; ANDRADE, C. A.; GRUTZMACHER, P.; PIRES, A. M. M. Composição química da matéria orgânica de lodos de esgoto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, n. 3, p. 413-419, 2015.
- DUDA, R. M. OLIVEIRA, R. A. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbico em série seguidos de um filtro biológico percolador. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 91-100, 2011.
- HECK, K. *et al.* Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 54-59, 2013.
- ITO, M.; GUIMARÃES, D.; AMARAL, G. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. *BNDES Setorial*, v. 44, p. 125-156, 2016.
- MARRONI, I. V.; GERMANI, J. C. Eficiência de rizobactérias *Bacillus spp.* no controle *in vitro* de *Macrophomina phaseolina* agente etiológico da podridão de tronco da mamona (*Ricinus communis* L). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 6, n.3, p. 159-167, 2011.
- MENG, J.; WANG, L. LIU, X. WU, J.; BROOKES, P. C.; XU, J. Physicochemical properties of biochar produced from aerobically composted swine manure and its potential use as an environmental amendment. *Bioresource Technology*, v. 142, p. 641-646, 2013.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; JORGE JUNIOR, J. L. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 3, p. 538-545, 2010.

- PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; RÊGO FARIAS, E. T. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. *Nativa*, v. 1, n.1, p. 44-48, 2013.
- RODRIGUES, P. N.; ROLIM, P. M.; NETO, E. B.; COSTA, R. N. T. PEDROSA, E. M. R. OLIVEIRA, V. S. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 8, p.788-793, 2011.
- SÁ, M. F. *et al.* Dinâmica da população de coliformes durante a compostagem automatizada de dejetos líquidos de suínos. *Arq. bras. med. vet. zootec*, v. 66, n. 4, p. 1197-1206, 2014.
- SARDÁ, L. G.; HIGARASHI, M. M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A. V.; COMIN, J. J. Redução da emissão de CO₂, CH₄ e H₂S através da compostagem de dejetos suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 9, p. 1008-1013, 2010.
- SERPA FILHO, R.; SEHNEM, S.; CERICATO, A.; JUNIOR, S. S. FISCHER, A. Compostagem de dejetos de suínos. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 6, n. 1, p. 47-78, 2013.
- SOTO, F. R. M.; VALDIVIA, C.; FREIRE, T. O.; MESQUITA, N. B.; AZEVEDO, S. S. Parâmetros microbiológicos e físico-químicos em um sistema de compostagem experimental de carcaças e dejetos sólidos de suínos. *Revista Agrogeoambiental*, v. 9, n. 3, p. 105-113, 2017.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA V. C. A.; SIVEIRA, N. F. A. *Manual de métodos de análises Microbiológicas de alimentos*. 3.ed. Livraria São Paulo: Varela, 2007.
- URBINATI, E.; DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Performance of UASB reactors in two stages under different HRT and OLR treating residual waters of swine farming. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 2, p. 367-378, 2013.
- VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. D. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. de O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 1, p. 59-85, 2009.
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. *Compendium of methods for microbiological examination for foods*. 3.ed. Washington: American Public Health Association, 1992.
- ZANOTELLI, L. *et al.* Fungos mesofílicos e termofílicos importantes na compostagem mecanizada de dejetos suínos. *Caderno de Pesquisa*, v. 23, n. 2, p. 43-53, 2014.

Lepidópteros e suas plantas hospedeiras: estudo preliminar da relação inseto-planta na Mata da Câmara

Butterflies (Lepidoptera) and their host plants: preliminary study of the insect-plant relationship within Mata da Camara

Recebido em 10 out. 2017; aceito em 30 out. 2017; publicado em 31 out. 2017.

Iohana Barbosa Pereira¹
Omíne Rodrigo Soares dos Santos¹
Fernando Santiago dos Santos²

¹ Licenciado(a) em Ciências Biológicas do Instituto Federal de São Paulo, *campus* São Roque.

² Professor Associado Efetivo do Instituto Federal de São Paulo, *campus* São Roque e orientador do trabalho.

RESUMO. O presente trabalho objetivou realizar o levantamento de plantas hospedeiras para Lepidoptera presentes no local de estudo. A área de estudo é uma Unidade de Conservação (UC) municipal, Mata da Câmara (São Roque, SP), pertencente ao bioma da Mata Atlântica. O trabalho também realizou um levantamento da lepidopterofauna na trilha principal dessa UC de forma a estabelecer relação entre a presença de determinadas espécies de planta e borboletas. Ao todo, quatorze espécies de Lepidoptera e cerca de oito famílias de possíveis plantas hospedeiras foram registradas por meio de observação, coleta de material e captura de indivíduos.

Palavras-chave: Lepidoptera, plantas hospedeiras, Mata da Câmara, coevolução, inseto-planta.

ABSTRACT. The present work aimed to: a) carry out the survey of host plants for Lepidoptera present at the study site. The study area is a municipal Conservation Unit (CU), Mata da Câmara, belonging to the Atlantic Forest biome (Sao Roque Municipality); b) carry out a survey of the lepidopterofauna of the Mata da Câmara in order to establish the relationship between the presence of certain species of plants and butterflies, focusing on the main trail of the study site. Fourteen species of Lepidoptera and about eight families of possible host plants were collected through observation, collection of material and capture of individuals.

Keywords: Lepidoptera, host plants, Mata da Câmara, co evolution, plant-insect.

INTRODUÇÃO

A ordem Lepidoptera (dos vocábulos em grego: *lepido*, escama; *ptera*, asas), constituída por borboletas e mariposas, é representada no mundo por aproximadamente 150 mil espécies, das quais 19 mil são borboletas, perfazendo 13% do total (BROWN; FREITAS, 1999 *apud* LEMES *et al.*, 2008; HEPPNER, 1991 *apud* SILVA *et al.*, 2013). As borboletas estão distribuídas em todo o território nacional, 2/3 delas vivendo na região de Mata Atlântica, onde muitas espécies são raras e difíceis de encontrar (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004 *apud* SILVA *et al.*, 2008). Estima-se que haja aproximadamente 255.000 insetos deste grupo no mundo (HEPPNER, 1991).

Os lepidópteros representam aproximadamente 20% da classe Insecta, na qual estão inseridas. Como todos os insetos, apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome; possuem, ainda, um par de antenas, três pares de patas e dois pares de asas membranosas, que como o nome do grupo indica, é recoberta de escamas coloridas, sendo, em geral, o par superior maior em tamanho que o inferior. Essas escamas conferem os diferentes padrões de cada espécie e recobrem também o corpo e apêndices do indivíduo, além das asas. Segundo Carrano-Moreira (2015), a configuração da venação alar (das veias presentes nas asas) é uma característica muito importante para a sua classificação.

Por ter sua sistemática relativamente bem conhecida, as borboletas são objetos de investigação em diversos estudos biológicos, dentre eles: interações inseto-planta, conservação de habitats naturais, variabilidade genética em populações, biogeografia e uso como bioindicadores, entre outros (BROWN JR.; FREITAS, 1999; FREITAS *et al.*, 2006 *apud* SACKIS *et al.*, 2008).

A coevolução inseto-planta, presente em diversos grupos de insetos, é muito comum entre os lepidópteros. Algumas espécies são monófagas, ou seja, alimentam-se de uma única planta ou são seletivas com a planta na qual irão realizar a oviposição (postura de ovos sob a folha da planta). Portanto, necessariamente havendo a presença de uma espécie em determinado estrato de mata (arbustos, trepadeiras, árvores etc.), a planta que serve de alimentação para o indivíduo adulto, assim como a planta-hospedeira de oviposição, também será encontrada (PEREIRA *et al.*, 2015).

Segundo Ehrlich e Raven (1964), citado por Janz e Nylen (1998), os padrões de associações com plantas hospedeiras foi moldado por um passo a passo do processo de coevolução no qual as plantas evoluem contra inimigos naturais, e esses inimigos, são selecionadas por novas capacidades desenvolvidas para lidar com tais mecanismos de defesa. Com essa adaptação, os herbívoros podem preda plantas parentes, as quais possuem químicos semelhantes. Portanto, borboletas relacionadas tendem a se alimentar de grupos de plantas relacionados. Stahl (1888) foi o primeiro autor a sugerir que as propriedades químicas das plantas estariam envolvidas da defesa das plantas contra fitófagos, i.e., animais que se alimentam de plantas (TRIGO, 1993 *apud* PEREIRA, 2015).

Interações entre insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras têm sido estudadas por um longo tempo. Muitos estudos focam principalmente na evolução destas interações, considerando aspectos como o conservantismo taxonômico na utilização de hospedeiros (BERNAYS, 1998; JANZ *et al.*, 2001 *apud* SILVA-BRANDÃO, 2005), e se um “ponto final” dessa evolução seria uma especialização total, levando a um “beco sem saída” evolutivo (FUTUYAMA; MORENO, 1988 *apud* SILVA-BRANDÃO, 2005).

O estudo de vida das borboletas e sua interação com o meio ambiente traz diversos conhecimentos relevantes na área da ecologia, como a sua importância na polinização, na ciclagem de nutrientes, na teia alimentar e como bioindicadores, auxiliando desta forma no entendimento da dinâmica das florestas.

O presente estudo objetivou levantar as espécies de borboletas encontradas na Mata da Câmara e relacionar a presença destas com as espécies de plantas citadas pela bibliografia. Os levantamentos de fauna e flora são importantes ferramentas para a conservação, pois fornecem dados que podem ser utilizados como justificativa para ações de intervenção, pois somente conhecendo é possível preservar.

As borboletas: visão geral

Por borboletas chamamos as espécies de seis famílias da ordem Lepidoptera, conhecidas por suas asas coloridas e seus hábitos diurnos. Outros aspectos que podem caracterizar borboletas são o modo que fecham suas asas, juntando-as, ao contrário de mariposas, que costumam deixar as asas justapostas; têm, geralmente, cores mais vívidas que as mariposas e são, em sua maioria, de hábito diurno, embora haja borboletas crepusculares; as antenas das borboletas são geralmente longas e de aparência lisa, enquanto as das mariposas são curtas e com estruturas que lembram pelos, com aspecto de plumas.

Apesar de não proverem serviços ecossistêmicos evidentes, trabalhos recentes mostram que assembleias de borboletas tropicais mudam sua estrutura e composição como resposta a fragmentação, perda de habitat, efeito de borda, entre diversos outros tipos de perturbação (DEVRIES *et al.*, 1997; RAMOS, 2000; BARLOW *et al.*, 2007; UEHARA-PRADO *et al.*, 2007; UEHARA-PRADO; FREITAS, 2009 *apud* FREITAS, 2010), portanto um levantamento sobre as espécies presentes e suas plantas hospedeiras, pode fornecer subsídio científico para a conservação da Mata da Câmara.

As antenas podem se apresentar clavadas, filiformes, fusiformes, estiliformes ou pectinadas (Figura 1) e podem ser utilizadas para diferenciação tanto de espécies, quanto características sexuais, já que é encontrado dimorfismo sexual nesse grupo.

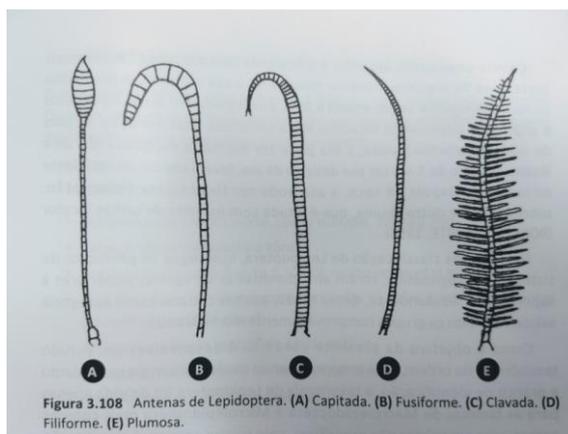


Figura 1. Antenas de Lepidoptera. Fonte: Carrano-Moreira (2015).

A ordem Lepidoptera agrupa animais com desenvolvimento holometábolo, ou seja, passam por quatro estágios distintos e bem definidos durante a vida, com metamorfose completa. São eles: ovo, larva, pupa e imago. A oviposição geralmente acontece na planta-alimento do indivíduo no estágio larval e pode ser uma postura isolada ou gregária (vários ovos juntos). Apresentam, na forma larval do tipo eruciforme (popularmente conhecida como lagarta), aparelho bucal mastigador, pois se alimentam de folhas e mais raramente, podem se alimentar de outras larvas, das quais retiram e armazenam nutrientes para a manutenção na forma de crisálida, assim como substâncias secundárias para dificultar predação na fase adulta.

A fase larval dos lepidópteros é potencial praga na agricultura, já que muitas lagartas se alimentam de cultivares de interesse comercial. As lagartas apresentam diversos mecanismos de defesa, podendo ser cores aposemáticas ou miméticas, cerdas urticantes pelo corpo ou ainda estruturas destinadas a liberar odores tóxicos, dificultando sua predação.

Na forma de pupa, ou crisálida, o indivíduo se fixa sob uma superfície, comumente pendurada, e é envolvido por secreções do corpo do animal ou materiais encontrados no meio que se consolidam em um casulo. Nessa fase, o animal não se alimenta e passa por uma metamorfose completa, dando origem à forma adulta.

Os animais adultos (imago) apresentam aparelho bucal sugador maxilar, chamado de espirotromba, utilizado para se alimentar do néctar floral, pólen, líquidos de frutos fermentados, resinas vegetais, excretas e em alguns casos, podem ser hematófagos, como cita Camargo (2015). Quando na posição de repouso, essa estrutura, composta das gálea

das maxilas justapostas, permanece enrolada em espiral sob a cabeça, que se estende durante a alimentação.

No entanto, certos adultos não se alimentam e consomem reservas acumuladas no estágio larval (CAMARGO *et al.*, 2015 *apud* SOUSA) e seu aparelho bucal é atrofiado.

Taxonomia atual de borboletas

A classificação dos lepidópteros vem sofrendo constantes modificações e recentemente foram reconhecidas 124 famílias de Lepidoptera (52 delas com classificação de subfamílias), reunidas em 47 superfamílias (KRISTENSEN *et al.*, 2007 *apud* LEPESQUEUR, 2012).

As borboletas, especificamente, estão inseridas na superfamília Papilionoidea (Quadro 1), que abrange as famílias Papilionidae (Latreille, 1802), Nymphalidae (Swainson, 1827), Pieridae (Duponchel, 1835), Lycaenidae (Leach, 1815) e Riodinidae (Grote, 1895), e na superfamília Hesperioidea, que contém apenas uma família, Hesperidae (Latreille, 1802).

Quadro 1. Principais características das famílias que constituem o grupo das borboletas (Fonte: vários autores).

Família	Principais características
Papilionidae	Comuns por apresentarem prolongamentos nas asas posteriores e serem de grande porte, com cores vistosas.
Nymphalidae	Devido à redução do primeiro par de pernas, são conhecidas como “borboletas de quatro pernas”. Suas antenas apresentam escamas. Podem ser de pequeno ou médio porte e apresentam cores muito variadas.
Pieridae	Muitas espécies são pragas de hortaliças de interesse comercial. As asas são de cores alaranjadas, amarelas ou brancas, algumas têm forte dimorfismo sexual.
Lycaenidae	As borboletas dessa família apresentam cores verde ou azul metálico. Segundo Duarte (2012), os hábitos alimentares desse grupo são os mais incomuns dentre a ordem, sendo as lagartas encontradas em fungos liquenizados, algas, fungos e até espécies carnívoras.
Hesperidae	Borboletas de médio porte, com voo rápido e incerto. Quando em repouso, mantêm as asas em ângulos diferentes (CARRANO-MOREIRA, 2015). Suas antenas são fusiformes e o frênilo está ausente.

Coevolução: visão histórica

Os organismos existentes estabelecem relações entre si. Esses relacionamentos podem ser harmônicos (benéficos para ambos os lados) ou desarmônicos (onde uma das espécies é prejudicada por essa interação), ou, ainda, neutros. Essas interações são manifestadas devido a indivíduos que compartilham recursos, condições ou mesmo estão presentes no ciclo de vida do outro. Considerando que as espécies interagem umas com as outras, todos os casos em que duas ou mais espécies afetam reciprocamente os desenvolvimentos, a nível evolutivo, é chamado de coevolução.

A coevolução envolve a seleção natural recíproca entre dois ou mais grupos de organismos com relação íntima, mas sem troca de informação genética entre os grupos, ou seja, sem intercorrências (EHRlich; RAVEN 1965 *apud* GUGLIELMINI *et al.*, 2007).

A coevolução pode ser comparada a uma corrida armamentista evolutiva, onde todos os envolvidos estão criando continuamente novos métodos e mecanismos de proteção para superar as barreiras impostas por outras espécies. Em resumo, enquanto este relacionamento se estreita, as plantas tornam-se mais tóxicas e os insetos mais especializados.

Interações inseto-planta

A interação inseto-planta é um exemplo clássico de coevolução. Insetos e plantas apresentam relações harmônicas. Nos ecossistemas naturais, plantas e insetos são apenas alguns dos organismos vivos que estão interagindo continuamente de forma complexa. Estes dois organismos estão intimamente associados, uma vez que os insetos têm várias atividades benéficas, incluindo defesa e polinização, enquanto as plantas fornecem abrigo, sítios de oviposição e alimentos, os três principais fatores solicitados para a proliferação de insetos (PANDA; KHUSH, 1995 *apud* MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

As plantas desenvolveram diferentes mecanismos para reduzir o ataque de insetos, incluindo respostas específicas que ativam diferentes caminhos metabólicos que alteram consideravelmente seus aspectos químicos e físicos. Por outro lado, os insetos desenvolveram várias estratégias para superar as barreiras de defesa das plantas, permitindo que eles se alimentem, cresçam e se reproduzam em suas plantas hospedeiras (MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

A interação planta-inseto é submetida a variações e mudanças contínuas, como um sistema dinâmico.

Interação entre Lepidoptera e plantas

A ordem Lepidoptera é conhecida por vários casos de coevolução específica, isto é, a mudança evolutiva recíproca que ocorre entre pares (espécies com espécies), especialmente na oviposição (planta de escolha onde coloca ovos) e alimentação no período larval.

A borboleta monarca (*Danaus plexippus*) é um exemplo claro dessa interação, que realiza a oviposição apenas em plantas da família Asclepiadaceae (TRIGO, 2000). As plantas desta família desenvolveram toxinas e látex viscoso de seus compostos secundários tornando-se tóxicos para a maioria dos vertebrados, no entanto, essas borboletas não são afetadas por esses compostos ou são capazes de neutralizá-lo. Mesmo as Monarcas podem ser adversamente afetadas pelo látex viscoso, pois pode aderir à peça bucal, fazendo com que ela morra por inanição. As lagartas deste gênero cortam a base da folha da planta, interrompendo o fluxo de látex, impedindo-o de subsequentemente afetá-los durante a alimentação. Esta foi uma estratégia que a lagarta desenvolveu para superar uma barreira imposta pela planta hospedeira.

Compostos secundários das plantas

As plantas produzem produtos químicos para fins de defesa de duas maneiras diferentes; primeiro, como substâncias constitutivas para repelir herbívoros através de toxicidade direta ou reduzindo a digestibilidade dos tecidos vegetais e segundo, como substâncias induzíveis sintetizadas em resposta ao dano tecidual por herbívoros (MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

Esses compostos geralmente são voláteis, o que permite a identificação de plantas desagradáveis a tais herbívoros, as exceções são insetos especializados adaptados que desenvolveram mecanismos que utilizam esses compostos como atraentes. No entanto, os níveis de compostos voláteis são aumentados quando há uma ferida na folha causada pelas lagartas, diminuindo as chances de predação por outros herbívoros, o que pode ser interpretado como benéfico para a planta.

A seleção natural atua de forma a sincronizar ciclos de vida de insetos e plantas. Então, os insetos podem se alimentar, crescer e se reproduzir quando as plantas estão crescendo ativamente e representam uma fonte adequada de nutrientes e abrigo. Se a qualidade da dieta muda, os insetos têm a capacidade de superar esta situação usando diferentes partes da planta, aumentando a taxa de consumo (SLANSKY; WEELER, 1989 *apud* MELLO; SILVA-FILHO, 2002).

Segundo Nishida (2002), lepidópteros sequestram metabólitos secundários das plantas como terpenos, fenóis e muitos compostos nitrogenados para usá-los como toxinas, se tornarem impalatáveis a predadores, ou mesmo como feromônios (Quadro 2).

Quadro 2. Organização dos compostos secundários relevantes ao estudo, suas funções e referências, adaptado de Mello e Silva-Filho (2002).

Classe/subclasse	Função	Referência
Glicosídeos cianogênicos	tóxico	Panda and Khush (1995)
Terpenoides (monoterpenoides, iridoides, sesquiterpenoides, diterpenoides, triterpenoides)	tóxicos, antibióticos, dissuadores de alimentação, dissuadores de oviposição	Nishida (2002)
Alcalóides	tóxicos, interferentes do sistema nervoso, inibidores de enzimas digestivas, inibidor de glucosidase, dissuador de alimentação	Panda e Khush (1995)

Alcaloides pirrolizidínicos

Os alcaloides constituem um vasto grupo de metabólitos com grande diversidade estrutural. Em geral, são substâncias nitrogenadas, de origem vegetal, de caráter alcalino e são encontrados principalmente em angiospermas (FISCHER, 2016).

Alcaloides pirrolizidínicos são os mais estudados quando se trata de compostos defensivos encontrados em insetos, especialmente em lepidópteros. Esta classe de alcaloides pode encontrada principalmente em plantas das famílias Asteraceae, Boraginaceae, Fabaceae, Apocynaceae e Orchidaceae (TRIGO, 2000).

A biossíntese dos alcaloides pirrolizidínicos tem início nas raízes da planta, são formados precursores e estes são transportados para as estruturas superiores, como as folhas e flores, onde sofrem alterações moleculares, originando os compostos de defesa (MACCEL *et al.*, 2004).

Cardenólídeos

A presença de cardenólídeos em borboletas se mostrou efetiva contra a predação por aves. Quando as aves estão intoxicadas por ingestão de indivíduos adultos que tiveram sua origem em plantas com grandes quantidades de cardenólídeos, como *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae), o principal efeito é o vômito repetidas vezes (TRIGO, 2000). Isto acontece devido a ação neurológica que ativa centros nervosos nos cérebros dos vertebrados, induzindo ao vômito e paradas cardíacas (GUREVITCH *et al.*, 2009).

Malcon e Zalucki (1996, *apud* GUREVITCH *et al.*, 2009) observaram que indivíduos de asclépias quando atacados pelas larvas de monarca, aumentavam rapidamente as concentrações de cardenólídeos e logo após havia uma queda brusca no nível destes compostos. Este mecanismo visa eliminar larvas em estágios iniciais ou mais sensíveis aos efeitos cardenólídeos, porém o aumento repentino destes compostos reduz seu estoque, favorecendo larvas em estágios mais avançados.

Glicosídeos cianogênicos

Nas plantas, o ácido cianídrico (HCN) encontra-se ligado a carboidratos denominados de glicosídeos cianogênicos, estes são liberados após a decomposição proveniente ao rompimento dos tecidos. O ácido cianídrico inibe o citocromo c oxidase na mitocôndria paralisando a cadeia de transporte de elétrons, com isso o processo de síntese de ATP é prejudicado e há morte celular (TAIZ *et al.*, 2017).

Os glicosídeos cianogênicos têm sido encontrados em plantas de algumas famílias, entre elas Rosaceae, Fabaceae, Poaceae, Araceae, Passifloraceae e Euphorbiaceae (AMORIM *et al.*, 2006).

Borboletas do gênero *Heliconius* utilizam plantas de diversas espécies do gênero *Passiflora* como fonte de alimentação para suas larvas. Isto as torna impalatáveis para predadores vertebrados, como no caso das borboletas *Danaus*, porém as ações destes compostos contra predadores ainda são pouco conhecidas (TRIGO, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Natural Municipal Mata da Câmara, situado no perímetro urbano da Estância Turística de São Roque, estado de São Paulo, com as coordenadas geográficas 23°31'26" Sul e 47°06'45" Oeste (CARDOSO-LEITE, 1995). O clima da região de São Roque, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cfb, isto é, mesotérmico úmido. A temperatura média anual é de 18° C, em estações quentes a média chega a 22° C, e nas estações frias a média é de 14° C podendo ocorrer geadas, em média até duas vezes ao ano. A precipitação anual é em média de 1.100 a 1.400 mm, com a umidade relativa do ar em 72% (SETZER, 1966). A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (BRASIL, 1992; RIZZINI, 1979).

O decreto de lei que criou Mata da Câmara enquadrava-a como Unidade de Proteção Integral, inicialmente como uma Estação Ecológica em 1982 e em 1999 foi transformada em Parque Natural Municipal.

Com uma extensão aproximada de 128 hectares, é possível encontrar uma grande variedade de espécies vegetais e animais, que possuem o local como seu habitat, porém os problemas da fragmentação podem acarretar na perda de diversidade biológica. A Mata da Câmara é um fragmento de Mata Atlântica, um dos biomas de maior diversidade do planeta e também um dos mais ameaçados pelas ações antrópicas, contando com apenas 8% de sua cobertura original (KLEIN *et al.*, 2005). Segundo Primack e Rodrigues (2001, *apud* LEITE; RODRIGUES, 2008), a diversidade biológica de um fragmento está ligada ao seu tamanho e formato. Também se deve considerar as condições locais e o histórico de perturbação da área (PARKER; PICKET, *apud* LEITE; RODRIGUES, 2008). O parque também visa a preservar as nascentes e corpos d'água no local, que são protegidas pela lei 12.651/12 por se tratarem de Áreas de Preservação Permanente (ESCANHOELA, 2014).

Foram realizadas visitas periódicas à Mata da Câmara entre março e outubro, totalizando 15 visitas, para identificação das plantas hospedeiras por meio de registro fotográfico e amostras de folhas para identificação. Os indivíduos de Lepidoptera foram rotineiramente identificados por meio de captura manual, o indivíduo foi acompanhado pela trilha, capturado com puçá (rede entomológica) e realizado o registro fotográfico. Os indivíduos foram posteriormente devolvidos ao ambiente.

O registro fotográfico foi realizado por câmera fotográfica e do posicionamento do indivíduo com as mãos, alterando o ponto de apoio no animal a cada fotografia. Diversas fotografias foram tiradas, de modo que todas as estruturas estivessem visíveis e fosse possível identificar adequadamente a espécie tratada, tanto dos lepidópteros quanto das plantas hospedeiras.

Houve, ainda, a coleta de folha das plantas possivelmente hospedeiras, ou seja, que apresentam danos por larva de lepidópteros ou ovos em sua superfície, para uma melhor identificação em laboratório posteriormente e a realização do registro fotográfico.

As trilhas percorridas na Mata da Câmara correspondem a uma trilha principal subdividida em quatro áreas distintas ou pontos de coletas, determinadas principalmente por sua diversidade botânica, denominadas Entrada, Cerca, Bosque e Riacho (MOURA, 2016). As visitas foram realizadas principalmente no período da manhã, das 08h00 às 11h00, devido aos hábitos dos lepidópteros e o tempo necessário para percorrer a trilha. Foram realizadas visitas ao

longo do ano, em diferentes estações, podendo, dessa forma, haver variações dentre os indivíduos mais visualizados e/ou capturados.

Para identificação foram utilizados guias e levantamentos de borboletas da Mata Atlântica (ICMBIO, 2011; UEHARA-PRADO *et al.*, 2004; SANTOS, 2010), bases de dados online oficiais como Lepidoptera Brasiliensis, além de auxílio por meio eletrônico do Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas, do Departamento de Biologia Animal da Universidade Estadual de Campinas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas ao todo quatorze espécies de borboletas, em sua maioria das famílias Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae, e aproximadamente dez espécies de plantas possivelmente hospedeiras, de oito famílias diferentes (Tabela 1).

Tabela 1. Relação de espécies de borboletas e famílias de plantas possivelmente hospedeiras inventariadas.

Família	Gênero/Espécie	Possível família de planta hospedeira
	<i>Epityches eupompe</i>	Não identificado
	<i>Episcada carcinia</i>	Não identificado
	<i>Oleria aquata</i>	Não identificado
	<i>Mechanitis</i> spp.	Solanaceae
	<i>Placidina euryanassa</i>	Solanaceae
Nymphalidae	<i>Methona themisto</i>	Solanaceae
	<i>Morpho</i> sp.	Diversos
	<i>Aeria olena</i>	Solanaceae
	<i>Diaethria clymena</i> ssp.	Ulmaceae
	<i>Pseudoscada erruca</i>	Solanaceae
	<i>Hypothyris euclea</i>	Solanaceae
Papilionidae	<i>Heraclides</i> spp.	Rutaceae
	<i>Pterourus scamander</i>	Lauraceae
Pieridae	<i>Pyrisitia nise</i>	Fabaceae

A identificação das borboletas foi realizada a partir de observação direta e registros fotográficos. Citam-se: *Hamadryas februa* (Nymphalidae), *Epityches eupompe* (Nymphalidae), *Episcada carcinia* (Nymphalidae), *Hypothyris euclea* (Nymphalidae), *Oleria aquata* (Nymphalidae), *Marpesia petreus* (Nymphalidae), *Mechanitis* spp (Nymphalidae), *Placidina euryanassa* (Nymphalidae), *Methona themisto* (Nymphalidae), *Morpho* sp (Nymphalidae), *Aeria olena* (Nymphalidae), *Pseudoscada erruca* (Nymphalidae), *Diaethria clymena* (Nymphalidae), *Heraclides* spp (Papilionidae), *Pterourus scamander* (Papilionidae) e *Pyrisitia nise* (Pieridae). Algumas dessas espécies, por não terem sido capturadas para identificação definitiva, não foram incluídas na relação final.

Seguindo Brown e Freitas (2004), aproximadamente 350 das 550 espécies de Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae ("NPP"), são exclusivas ou apresentam parte da área de ocorrência na Mata Atlântica *strictu sensu*. As borboletas dessas famílias estão entre as mais estudadas, são relativamente fáceis de reconhecer no campo, e, portanto, são mais úteis na elaboração de inventários locais não destrutivos, como é o intuito do estudo.

As borboletas do gênero *Mechanitis* demonstram padrões sazonais na dinâmica populacional. Como afirma Vasconcellos-Neto (1986), a reprodução e crescimento da população ocorrem na estação chuvosa e cessam no período mais seco (julho a agosto). Esse fato foi confirmado durante o estudo, uma vez que no período de março a abril foi possível o avistamento de indivíduos deste gênero de borboleta, porém nos meses seguintes, os avistamentos praticamente cessaram.

Nenhuma espécie das famílias Lycaenidae e Riodinidae foi considerada constante no presente estudo e isso pode estar relacionado ao período de amostragem e também à conhecida dificuldade de amostragem dessas famílias (BROWN JR. 1992; BROWN JR.; FREITAS 1999 *apud* SACKIS, 2008), devido ao seu padrão alimentar diferenciado e especificidade para armadilhas.

Entre as plantas possivelmente hospedeiras, temos registro de aproximadamente dez espécies, divididas em oito famílias: Asteraceae, Piperaceae, Melastomataceae, Solanaceae, Smilacaceae, Passifloraceae, Malvaceae, Ulmaceae. A maioria das plantas foi identificada até o nível de família.

Foi encontrada a planta *Solanum lycocarpum*, comumente conhecida como lobeira. Esta planta pertence à família Solanaceae que é conhecida por sua íntima relação como hospedeira de Lepidoptera por conter compostos secundários tóxicos, como alcaloides, importante para proteção do animal na fase larval. Estudos sobre Solanaceae apontam que o florescimento ocorre majoritariamente durante o período de menor densidade populacional de Ithomiinae, que sugere que a fenologia da planta hospedeira pode ser determinada também pela pressão seletiva de herbivoria (VASCONCELLOS-NETO, 1986). A planta *Acnistus arborescens* (Solanaceae), conhecida popularmente como fruta-de-sabiá, é amplamente reconhecida em bibliografia como planta-hospedeira da borboleta *Hypothyris euclea*, ambas inventariadas durante o estudo.

Foi relatada a espécie *Trema micrantha*, também conhecida como grandíuva d'anta, que serve como hospedeira para a borboleta da família Nymphalidae, *Diathria clymena*.

Vasconcellos-Neto (1986) aponta que embora a maioria das Ithomiinae ovipositem em Solanaceae, que condiz com as plantas levantadas, o gênero *Aeria*, inventariada no projeto, está associada com Apocynaceae e plantas do gênero *Hyposcada*.

Foram observados alguns indivíduos de *Passiflora* sp (Passifloraceae), provavelmente *Passiflora edulis*, por ser mais comum como hospedeiro de Lepidoptera.

Podemos citar ainda diversas espécies do gênero *Mikania* (Asteraceae), que foram encontradas ao longo da trilha. Esse gênero é citado na literatura como planta hospedeira de diversas borboletas generalistas e muito utilizada como fonte de néctar.

Por último, foram encontrados indivíduos de *Smilax campestris*, nome comum salsaparrilha, utilizado como hospedeira para algumas lepidópteras, porém mais seguramente, nesse caso, como fonte de néctar, uma vez que foi encontrada em algumas clareiras, com grande atividade de indivíduos adultos.

Algumas borboletas não tiveram suas plantas hospedeiras identificadas devido à falta de informações sobre suas preferências de oviposição na literatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como esperado, levando-se em conta outros estudos sobre a lepidopterofauna do bioma Mata Atlântica, a maioria das borboletas registradas pertencem às famílias Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae, uma vez que muitas espécies são exclusivas desse bioma. As espécies e suas respectivas hospedeiras inventariadas pelo presente estudo condizem com a literatura consultada.

Parte das espécies de plantas encontradas, apesar de não serem utilizadas como hospedeiras exclusivas por borboletas, são fontes de alimento ou de oviposição de espécies generalistas.

De modo geral, a maioria das plantas identificadas com correspondência direta como hospedeira de Lepidoptera se tratam de espécies da família Solanaceae, uma vez que são as relações mais estudadas, principalmente na sua interação com a família Nymphalidae.

No entanto, para muitas espécies ainda existe pouca ou nenhuma informação sobre aspectos tão gerais como ciclo de vida, plantas hospedeiras, morfologia, sistemática, ecologia química, comportamento, ecologia de populações e uso do habitat (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004).

Estudos como o levantamento em questão, fornecem subsídio científico para a conservação de áreas naturais, através das informações acerca das relações interespecíficas estabelecidas no local.

Por se tratar de um estudo introdutório sobre as espécies presentes na Mata da Câmara, podem ser sugeridos estudos focados em outros temas ou que trabalhem outras metodologias, assim como estudos de outras interações inseto-planta, com o objetivo de mapear as relações interespecíficas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIETCORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. *Ciência Animal*, p. 17-26, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Roteiro para Criação de Unidades de Conservação Municipais*. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2016/UCs/Roteiro_para_UCs_Municipais_-_MMA.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CARRANO-MOREIRA, A. *Insetos: Manual de Coleta e Identificação*. 2.ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015.

EHRlich, P.; RAVEN, P. *Butterflies and plants: A study in coevolution*. California: s.ed., 1964.

FREITAS, A. V. L. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. *Biota Neotrop.*,

v. 10, n. 4, p. 53-58, 2010.

FREITAS, A. V. L.; MARINI-FILHO, J. O. **Plano de ação nacional para a conservação dos Lepidópteros Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Brasília: Icmbio, 2011 (Série Espécies Ameaçadas, v. 13).

GUGLIELMINI, A.; GHERSA, C.; SATORRE, E. Co-evolution of domesticated crops and associated weeds. Buenos Aires: s.ed., 2007.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

JANZ, N.; NYLEN, S. Butterflies and Plants: A Phylogenetic Study. *Evolution*, v. 52, n. 2, p. 486-502, 1998.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1948.

LEMES, R.; RITTER, C. D.; MORAES, A. B. B. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. *Revista Biotemas*, v. 21, n. 4, dez. 2008.

MACEL, M.; VRIELING, K.; KLINKHAMER, P. G. L. Variation in pyrrolizidine alkaloid patterns of *Senecio jacobaea*. *Phytochemistry*, Oxford, v. 65, n. 7, p. 865-873, 2004.

MELLO, M.; SILVA-FILHO, M. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. Piracicaba: ESALQ, 2002.

MOURA, S. L. **Elaboração de carpoteca e sementoteca com frutos e sementes coletados no Parque Natural Municipal Mata da Câmara (São Roque, SP)**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Gestão Ambiental). São Roque: IFSP, 2016.

NISHIDA, R. Sequestration of defensive substances from plants by lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.*, v. 47, p. 57-92, 2002.

PEREIRA, I *et al.* **Implementação do Borboletário+ Legal no IFSP campus São Roque com espécies nativas de Lepidoptera**. São Roque, SP: Material apostilado, 2015.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Hucitec-Edusp, 1979.

SACKIS, G. D.; MORAIS, A. B. B; Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Biota Neotrop.*, v. 8, n. 1, jan.-mar. 2008.

SANTOS, J. P. **Guia de borboletas frugívoras das florestas ombrófilas densa e mista do Rio Grande do Sul, Brasil**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Ciências Biológicas). Porto Alegre, 2010.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí e Centrais Elétricas de Estado de São Paulo, 1966.

SILVA-BRANDÃO, K. **Interações evolutivas entre borboletas da tribo Troiadini (Papilionidae, Papilioninae) e suas plantas hospedeiras no gênero *Aristolochia* (Aristolochiaceae)**. Dissertação (Mestrado em Biologia - Ecologia). Campinas, abril de 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRIGO, J. **The Chemistry of Antipredator Defense by Secondary Compounds in Neotropical Lepidoptera: Facts, Perspectives and Caveats**. Campinas, SP: Papyrus, 2000.

UEHARA-PRADO, M; FREITAS, A. V. L; CONSTANTINO, P. A. L; SANTOS, J. P. **Guia de identificação de tribos de Borboletas frugívoras, Mata Atlântica, Sul**. Monitoramento de Diversidade. Brasília: ICMBio/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2004.

_____. **Guia de identificação de tribos de Borboletas frugívoras, Mata Atlântica, Norte**. Monitoramento de Diversidade. Brasília: ICMBio/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2009.

UEHARA-PRADO, M; FREITAS, A. V. L; FRANCINI, R. B; BROWN, K. **Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia-SP**. *Biota Neotropica*, v. 1, n.1, p. 1-9, 2004.

VASCONCELLOS-NETO, J. **Interactions Between Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) and Solanaceae**. Unicamp: Editora da Unicamp, 1986.

Troca de sementes e práticas de cultivo no território quilombola do Carmo (São Roque, SP)

Seed exchange and cultivation practices within the Quilombo do Carmo (São Roque Municipality, São Paulo State, Brazil)

Recebido em 10 out. 2017; aceito em 30 out. 2017; publicado em 31 out. 2017.

Rafael Fabricio de Oliveira¹
 Fabio Patrik Pereira de Freitas¹
 Natália Santos Silva¹
 Luana Carvalho¹
 Guilherme Jeremias de Oliveira Bastos¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* São Roque.

RESUMO. Este trabalho resulta de uma das frentes extensionistas do Projeto “Remanescente do Quilombo do Carmo: a luta por memória e identidade no território de direitos”, cujo foco está na promoção de atividades voltadas para identificação, registro e desenvolvimento da cultura alimentar quilombola. Para isso, buscando fortalecer redes de saberes entre conhecimentos tradicionais, técnicas de plantio e preparo de alimentos. Tais procedimentos visam substanciar a autossuficiência alimentar, a autonomia territorial e resistência cultural da comunidade quilombola do Carmo frente as ameaças dos sistemas verticais operados na atual fase do modo de produção capitalista.

Palavras-chave: Quilombo do Carmo, São Roque, autonomia alimentar, território.

ABSTRACT. This paper result of one of the extension fronts of the “Remanescente do Quilombo do Carmo: a luta por memória e identidade no território de direitos”, whose focus is on promoting activities aimed at identifying, recording and developing quilombola food culture. To this end, it seeks to strengthen networks of knowledge between traditional knowledge, techniques of planting and preparation of food. These procedures aim to substantiate the food self sufficiency, territorial autonomy and cultural resistance of the Carmelite quilombola community in the face of the threats of the vertical systems operated in the current phase of the capitalist mode of production.

Keywords: Quilombo do Carmo, Sao Roque Municipality, food autonomy, territory.

INTRODUÇÃO

Quilombo permanece definido como na constituição de 1988, no Artigo 2º do Decreto 4.887/2003, tratando-se de uma comunidade excepcionalmente rural, com autoproclamação de ancestralidade étnica do povo negro, ligada a territórios onde houve opressão histórica em várias regiões do Brasil e onde estes manifestam seus costumes e modo de vida. Compreende-se que mesmo havendo variações étnicas, é consensual sua forma de organização social comum, na qual é imprescindível que o cidadão se reconheça e seja reconhecido pelo grupo como quilombola. O reconhecimento é endossado pela norma internacional de Direitos Humanos, a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), segundo a qual, a consciência é um critério fundamental. No Congresso Nacional, é representada no Decreto Legislativo nº 143, de 20 de junho de 2002, e promulgada pelo Presidente da República por meio do Decreto nº 5.051, de 19 de abril de 2004, apresentando *status* constitucional, uma vez que foi aprovado seguindo o rito equivalente às emendas constitucionais (art. 5º, §3º da CF/1988).

Dentro da OIT, os quilombos são classificados como “comunidades tribais”, portanto possuem caracterizações perante a lei. Sob essas definições jurídicas, estas comunidades dificilmente surgiriam espontaneamente, pois se instituem através de aplicação dos conhecimentos técnicos legais quanto a seu enquadramento e seus direitos. É dever do Estado, segundo todos os aparatos legais constitucionais e internacionais, resguardar os serviços de políticas públicas aos cidadãos, porém estes precisam reconhecer a forma de acesso a essas políticas, o que muitas vezes não acontece. Neste caso, não se pode atribuir ao indivíduo a falta de conhecimento de seus direitos, tampouco negar-lhes (INCRA, 2017).

O Quilombo do Carmo é reconhecido e certificado como tal pela Fundação Cultural Palmares (processo 01420.000270/1999-56) e está localizado no espaço rural de São Roque, nos limites com Cotia e Vargem Grande Paulista e a pouco mais de 70 quilômetros de São Paulo (Figura 1). Apesar do reconhecimento, a demarcação das terras, bem como sua titulação, ainda estão em lento processo de concretização. Neste entremeio, pressionado econômica, política e socialmente pela expansão urbana e da especulação imobiliária, seu território é suprimido a cada dia pelos interesses unilaterais de políticos locais em aliança com incorporadores de terras.

Neste caso, a instância espacial, no âmbito categorial das estruturas sociais, produz uma reorganização, cujos limites e funções de antigas formas e as relações estabelecidas por seus novos conteúdos se apresentam diretamente subordinados e subordinantes a uma lógica complexa, com variáveis e elementos difusos e efêmeros frente ao atual movimento da história (OLIVEIRA, 2016). Este movimento revela o interesse especulativo pela localização do Quilombo do Carmo, nas proximidades de São Paulo, bem como por possuir uma ampla área remanescente de vegetação nativa. Recursos atrativos aos loteamentos ecológicos e um modo de vida publicitado com maior qualidade de vida no interior de São Paulo, porém muito próximo do centro urbano-metropolitano.

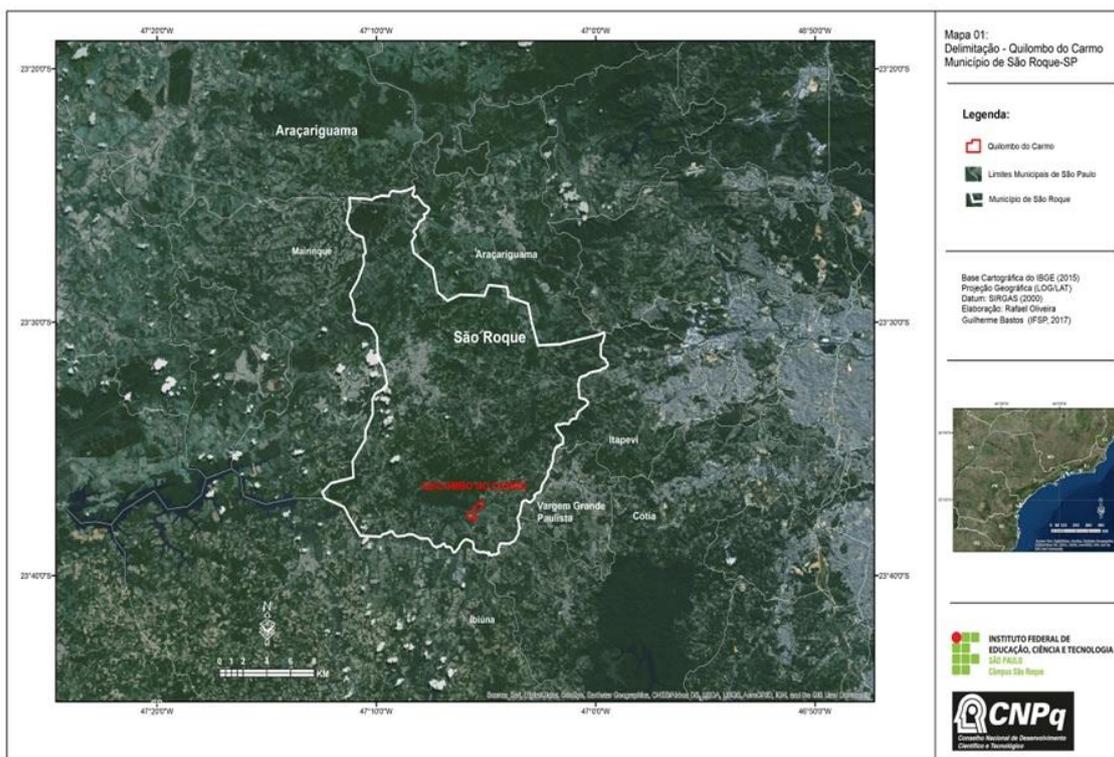


Figura 1. Localização do Quilombo do Carmo (São Roque, SP).

Conforme dados levantados pelo Projeto “Remanescentes quilombolas do Carmo: a luta por memória na terra de direitos” (IFSP, 2016), há grave redução do território quilombola do Carmo entre os períodos de 1919 a 2009. Conforme Stucchi e Ferreira (2014), os 2.175 alqueires iniciais foram reduzidos a 6,6 alqueires, tendo a população da comunidade vivenciado na prática a perda de 99,72% do território original. O que resta está em litígio pela não demarcação e titulação. Na verdade, os problemas prolongam-se da supressão territorial para a perda de importantes referenciais ligados a sua ancestralidade com o território, o racismo institucional, a dificuldade de autonomia produtiva, alimentar e profunda exclusão social.

Mesmo com os estudos, acervo documental, laudos do Ministério Público Federal, do reconhecimento pelo MinC/Fundação Palmares, que comprovam, reconhecem e dão sustentação administrativa para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas pelos remanescentes do Quilombo do Carmo (STUCCHI; FERREIRA, 2014), as demandas da população deixaram de ser historicamente atendidas pelas políticas públicas (CAPUCHO; MARINHO, 2016), dificultando na sua atual autonomia e capacidade de reprodução física, social, econômica e cultural, como institui e determina o Decreto 4887/2003 (BRASIL, 2003).

Isso não implica necessariamente na total supressão da sua capacidade de resistir e permanecer, seja pela consanguinidade, por meio das relações familiares ou religiosas, as tradições, os modos de viver e experienciar o mundo com proporções e capacidades de alterar profundamente os lugares, em favor da realização humana e do empoderamento sobre o espaço por sua comunidade. Scifoni (2013) lembra da importância que as lutas sociais possuem para afirmação e fortalecimento das identidades, bem como das memórias como resistência frente as perversidades da racionalidade econômica e produtiva contemporânea. Neste caso, a ocupação de uma gleba de terra nas adjacências do bairro do Carmo (Figura 2), revela o enfrentamento, a luta e a pressão pela demarcação definitiva das terras que lhes são de direito.

Em carta aberta à população de São Roque e região, os moradores explicam que:

Depois de anos lutando através de associações e por diversos meios legais entramos nos seguintes entendimentos, iria se passar mais e mais anos e infelizmente estaríamos sem respostas, nossas terras comprovadas através de estudos antropológicos feito pelo MPF, simplesmente nas mãos de terceiros, e eles grandes fundiários de terras fazendo diversos condomínios com elas e nossos filhos nascendo e nós lutando seria ainda mais difícil por recuperar nossas terras, hoje somente com mato por cima dela, sem uso está difícil, imagina com grandes empreendimentos em cima dela, seria praticamente impossível (Carta dos moradores, disponibilizada em meio digital nas redes sociais em abril de 2017).



Figura 2. Comemoração da Páscoa no Quilombo do Carmo – São Roque. Famílias e crianças reunidas no Quilombo do Carmo no domingo de Páscoa (Fotografia: Rafael F. de Oliveira, 16/04/2017).

A criticidade do patrimônio cultural das populações tradicionais é estrategicamente pensado por Costa (2016) no sentido de empoderamento dos bens culturais pela comunidade, sustentando o enfrentamento da modernização perversa e oferecendo resistência capaz de suplantar outro sentido para as políticas de ordenamento territorial. O que seria dado pela ativação de seu patrimônio cultural e a articulação numa rede solidária, adequada de amparar seu modo de vida e territorialidade. Afinal, como explica Stucchi e Ferreira (2014), mesmo diante da dificuldade e morosidade de demarcação das terras quilombolas em São Roque, “a noção de territorialidade converge para a existência de um território étnico que extrapola as classificações atribuídas pelo Estado, engloba a dimensão simbólica e integra os modos particulares de utilização de recursos naturais e acesso à terra” (STUCCHI E FERREIRA, 2014, p. 104). Portanto, elos de ancestralidade, os ritos religiosos e outras práticas demarcam dimensões intangíveis que unidas constituem legitimidade e coerência a vida do grupo. O que, no entanto, não exime o substrato físico da terra, o território onde estas relações se perpetuam historicamente e que, dia após dia, pela segregação e supressão, tem impedido sua reprodução.

Dialeticamente, o tema do patrimônio cultural torna-se uma das peças-chave neste processo, com novas proporções e capacidades de alterar profundamente os lugares, em favor da realização humana e do empoderamento sobre o espaço por sua comunidade. De tal maneira que os efeitos e determinações do sistema global serão maiores ou menores a depender das relações estabelecidas com os territórios, tornando-se assim em espaços de esperança (HARVEY, 2013 [2000]), dos utopismos patrimoniais (COSTA, 2016).

De tal maneira, as laudas aqui desenvolvidas voltam-se a descrição e análise das ações e atividades desenvolvidas pelo Projeto de Extensão “Remanescente do Quilombo do Carmo: a luta por memória e identidade no território de direitos”, além de alguns resultados da pesquisa atualmente desenvolvida denominada “Identificação, representação e análise do patrimônio cultural do Quilombo do Carmo em São Roque/SP” (IC/PIBIC/CNPq). Os objetivos são substanciar elementos capazes de fortalecer e ativar as estratégias de resistência pela valorização da cultura e a seguridade dos direitos quilombolas.

Nesta seara, a questão do uso social da terra, a relação com o território pelas práticas de plantio e produção de alimentos, exigiu nas fases iniciais levantar, acompanhar e registrar a forma de condução e usos das plantas nos espaços coletivos do Quilombo do Carmo consolidando, posteriormente, estratégias conjuntas, justificadas pelas possibilidades de novos caminhos, do reencontro com a cultura de raiz africana, às suas práticas culturais e consolidação de seus direitos. Ou seja, ao passo que é verificado o distanciamento dos sujeitos de sua produção material e espiritual, dos frutos do trabalho individual e coletivo, ao mesmo tempo emergem interessantes possibilidades a partir de sua marginalidade e opressão frente ao sistema “sociometabólico do capital” (MÉSZÁROS, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro passo do projeto nesta frente de ação foi levantar e analisar elementos identitários da cultura dos remanescentes quilombolas, para então estabelecer relação entre o conhecimento historicamente construído pelos sujeitos da comunidade e seus saberes sistematizados (Figura 3) buscando, assim, mais que determinar verticalmente os caminhos possíveis, priorizar a troca de aprendizados entre universidade e comunidade. Neste sentido, atendendo as bases constitucionais do país, que preveem que todos tenham acesso a condições saudáveis de vida, meio ambiente equilibrado, saneamento e acesso à educação. Entretanto, os vieses por quais decorrem a sociedade remetem a meritocracias nubladas e tornam os pontos de vista superficiais e imediatistas do ponto de vista histórico. O desafio é

mostrar que mesmo por essa visão, as terras dos quilombolas devem ser demarcadas por merecimento, já que ali trabalharam, viveram e sofreram seus antepassados (LEITE, 2008). E, sobretudo agora, dão uso social de habitar e trabalhar diariamente a terra.



Figura 3. Demonstração de técnicas construtivas e o espaço do Quilombo do Carmo. A = Visita à Senzala e Casa Grande no bairro do Carmo, remanescente quilombola explica como eram produzidas as telhas pelos escravos no período colonial; B = Panorama do Quilombo do Carmo, com casas simples, produzidas de madeira, telhas de amianto e trilhas para mobilidade interna (Fotografia: Rafael F. de Oliveira, 2017).

O segundo passo, foi estabelecer uma ponte com as condições e possibilidades de uso social da terra, estabelecidas diante da ocupação realizada pelo grupo no mês de março de 2017. Nesse sentido, dimensionando uma possível área para o plantio, espécies de plantas conforme a composição do solo, o conhecimento das espécies pela comunidade e aspectos morfoclimáticos da região. Tal procedimento envolveu abordagens dialógicas com as lideranças da Associação Quilombola N. S. do Carmo, bem como a imersão de estudantes, professores e remanescentes quilombolas em todo processo (Figura 4). Além disso, a ação ainda promoveu um plantio experimental de hortaliças nos espaços individuais de cada morador. Cabe destacar que esta fase, não havia ainda um espaço coletivo de plantio no Quilombo, o que foi orientado e apoiado pelos diálogos com o grupo local e o projeto do IFSP.



Figura 4. Delimitação da área de plantio e hortas experimentais no Quilombo do Carmo. A = No detalhe, delimitação da área no Quilombo para o plantio coletivo; B = Plantio experimental de hortaliças nas áreas individuais (Fotografia: Rafael F. de Oliveira, 2017).

Elaborado este esboço, fora realizada pelo projeto visita até a feira quilombola de sementes e mudas (10^a. Feira de Troca de Sementes Quilombolas, em Eldorado-SP, Vale do Ribeira), buscando-se uma horizontalidade entre a atividade de aquisição e plantio, além de considerar as tradições agrícolas rústicas e o estreitamento de uma possível rede entre essas comunidades (Figura 5). Este procedimento resultou em reuniões, diálogos e atividades cujo foco residiu no intercâmbio de saberes e a busca de fortalecimento dos laços de cooperação entre a instituição e comunidade.

O quarto passo se desenvolve por ampla mobilização da comunidade interna do IFSP, além das escolas onde já haviam iniciadas ações paralelas do projeto, associadas a educação para as relações étnico-raciais, resultando efetivamente na ação de plantio em conjunto com a comunidade.

Por fim, ainda em fase de desenvolvimento, há contínuo acompanhamento do roçado, com as visitas quinzenais ao Quilombo, inclusive para limpezas e diálogos acerca do plantio. Logo, a reestruturação de valores configura uma retomada de identidade e não atribuições desconhecidas.



Figura 5. 10ª Feira de Troca de Sementes Quilombolas, em Eldorado-SP, Vale do Ribeira. No processo de aquisição das sementes no Vale do Ribeira, deve-se destacar as orientações e trocas de experiências com as comunidades tradicionais (Fotografia: Rafael F. de Oliveira, 2017).

Conhecendo sua origem e as características que carregam esses grupos, é possível unificá-lo, de forma a conceder-lhes os direitos estipulados como as formas de compensação indenizatória. Muito se discute sobre as motivações por trás dessas recuperações de identidade, principalmente porque várias das localidades envolvidas possuem recursos dotados de grande valor econômico. Entretanto as compensações estabelecidas surgem não somente de interesses acadêmicos e intervenções legislativas, mas de noções que visam equilíbrio social. A história por trás da exclusão indica que nenhum direito exclusivo é dado gratuitamente, mas concedido como reparação de problemas endêmicos às negligências que ocasionaram disparidades e problemas socioeconômicos no cenário nacional (ARRUTI, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversas ações têm sido realizadas entre o IFSP *campus* São Roque e o Quilombo do Carmo, como evidenciado na Figura 6.



Figura 6. Ações do IFSP/SRQ em conjunto com a comunidade do Quilombo do Carmo. A = Aulas realizadas no segundo semestre de 2017 na Escola Municipal EMEF Rabindranath T. dos Santos Pires, no bairro do Carmo; B = Pintura no dia das crianças, festa realizada no Quilombo do Carmo com apoio do IFSP/SRQ (Fotografias: Rafael F. de Oliveira, 2017).

Em relação à troca de sementes e o plantio, inicialmente, fora discutido as possibilidades de plantio de algumas espécies vegetais típicas de comunidades quilombolas, cuja demanda de manejo fosse a mais simples e rústica possível. Também fora considerado variedades que contribuam pela melhoria da qualidade do solo, da vegetação e adequadas às condições físicas ambientais da área. Após esta dinâmica junto às lideranças comunitárias, fora delimitada uma área de aproximadamente 1.000 m² nos limites da área do Quilombo. Nela foi realizada uma limpeza, no sistema de roçado, utilizando-se enxadas e enxadões em uma estrutura de mutirão.

Delimitada a área, o próximo passo constituiu a ida até a feira de trocas, onde foram obtidas espécies de

manivas (LEONEL; FRANCO; FERNANDES, 2015) de duas variedades de mandioca (obtidas do Quilombo Morro Seco, localizado no município de Juquiá, SP), frutos da planta amazônica conhecida como maná cubio, também raízes de taiá (taioba), inhame, duas variedades de banana, açafrão em raiz, cará moela, sementes de arroz e milho (Quilombo André Lopes) e cana de açúcar. Foi dada prioridade para sementes e mudas de plantas alimentícias de fácil cultivo. As plantas foram cultivadas na área requerida e ocupada pelos remanescentes quilombolas do bairro do Carmo em mutirão no dia 22/9/2017, atividade que reuniu os moradores da ocupação, alunos e egressos do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, e professores do campus São Roque do IFSP (Figura 7).



Figura 7. Mutirão de plantio das sementes no Quilombo do Carmo em São Roque, SP. A = Plantio realizado em setembro de 2017; B = Reunidos após plantio os estudantes, professores e comunidade remanescente quilombola (Fotografias: João Jeannine, 2017).

A comunidade remanescente quilombola tem assumido no processo plena consciência acerca da importância do resgate da cultura alimentar através da prática de agricultura de subsistência e do cultivo das plantas trazidas por meio do projeto. As técnicas de plantio foram definidas em comum acordo com os quilombolas, respeitando os saberes da comunidade. Algumas plantas não foram cultivadas no mutirão pois têm características peculiares e necessitam de alocação em locais apropriados, após o início das primeiras chuvas. Os próximos passos dessa frente consistirão no acompanhamento do desenvolvimento dessas plantas e registro das informações, como já realizado de forma incipiente no mês de novembro e dezembro de 2017, com a realização de limpeza e manutenção da área de plantio (Figura 8).



Figura 8. Manutenção do roçado em sistema de mutirão no Quilombo do Carmo – São Roque, SP. Parte da comunidade quilombola do Carmo envolvida na ação junto com o grupo de estudantes e professores do IFSP/SRQ (Fotografia: Rafael F. de Oliveira, 2017).

De forma mais ampla, acredita-se ser plenamente possível um povo valorizar sua cultura e manter-se íntegro. Mais que residentes, os quilombolas desenvolvem um entendimento complexo sobre a região habitada, possuindo forte ligação com o local. Conhecendo seu clima, biodiversidade e interagindo com o ambiente de forma equilibrada. Sua vivência está relacionada com a história de seus ancestrais que ali estiveram, sua cultura, tradições e a empreitada na superação do passado de sofrimento devido à época da escravidão. As demandas sociais empreendem reparação pelo fenômeno da escravidão e a desigualdade imposta aos descendentes de escravizados, que vão do Quilombo do Carmo a casos mais amplos no Brasil como os do Kalunga em Goiás. A defesa do território segue pelas leis, mas principalmente pela consciência (ALMEIDA, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em seu conjunto, estas ações resultaram em reuniões, diálogos e atividades cujo foco residiu no intercâmbio de saberes e a busca de fortalecimento dos laços de cooperação entre a instituição e comunidade. No evento de troca de sementes quilombolas foi possível o intercâmbio e propagação de plantas, medicinais e alimentícias, convencionais e não convencionais, e diálogos sobre as técnicas de manuseio das plantas, sua história, troca de saberes sobre cultivo, além das formas de usos pelas comunidades quilombolas de outras regiões do estado. Com as sementes e mudas obtidas foi possível realizar o plantio coletivo, aproximando os remanescentes quilombolas do Carmo com estudantes e professores do IFSP e de outras escolas municipais e do estado em São Roque. Neste processo, a comunidade estabeleceu importante laço de confiança e cooperação com os membros do projeto, abrindo-se às novas possibilidades de ações que almejam seu fortalecimento cotidiano, sua resistência e identidade cultural, além do conhecimento de seus direitos fundamentais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. G. Territórios de Quilombos: pelos vãos e serras dos Kalungas de Goiás - Patrimônio e biodiversidade de sujeitos do Cerrado. *Ateliê Geográfico*, Goiânia, GO, v. 4, n. 1, p. 36-63, fev. 2010.
- ANDRADE, E. D. V. de; CARNEIRO, A. F. T. A elaboração de documentos cartográficos sob a ótica do mapeamento participativo. *Boletim Ciências Geodésia*, Sec. Artigos, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 410-427, jul./set. 2009.
- ARRUTI, J. M. A. A emergência dos "remanescentes": notas para o diálogo entre indígenas e quilombolas. *Mana* [online], v. 3, n. 2, p. 7-38, 1997. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-93131997000200001>>.
- BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Brasília, 2003.
- CAPUCHO, V.; MARINHO, G. *Remanescentes quilombolas do Carmo: a luta por memória na terra de direitos*. Relatório Parcial do Projeto de Extensão "Remanescentes quilombolas do Carmo: a luta por memória na terra de direitos", IFSP, São Roque, setembro 2016.
- COSTA, E. B. Utopismos patrimoniais pela América Latina, resistências à colonialidade do poder. *Anais e Resumos*. XIV Colóquio Internacional de Geocrítica: Las utopías y la construcción de la sociedad del futuro. Barcelona, 2016. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/xiv_everaldocosta.pdf>. Acesso em: set. de 2016.
- COSTA, N. O. de. *Cartografia social: instrumento de luta e resistência no enfrentamento dos problemas socioambientais na reserva extrativista Marinha da Prainha do Canto Verde, Beberibe - Ceará*. 2016. 155f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- DIEGUES, A. C. *O mito moderno da natureza intocada*. 3.ed. São Paulo: Hucitec, 2001.
- HARVEY, D. *Espaços de esperança*. 6.ed. Trad. Adail U. Sobral e Maria S. Gonçalves. São Paulo: Loyola, 2013.
- JEUDY, H. P. *Espelhos das cidades*. Trad. Rejane Janowitz. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2005.
- LEITE, I. B. B. O Projeto Político Quilombola: desafios, conquistas e impasses atuais. *Revista de Estudos Feministas*, Florianópolis, v. 16, n. 3, p. 965/977, set/dez. 2008.
- LEONEL, M.; FRANCO, C. M. L.; FERNANDES, A. M. *Culturas amiláceas: batata-doce, inhame, mandioca e mandioquinha-salsa*. Botucatu: Centro de Raízes e Amidos Tropicais - CERAT, 2015.
- MÉSZÁROS, I. *Para além do capital: rumo a uma teoria da transição*. Trad. Paulo C. Castanheira, Sergio Lessa. São Paulo: Boitempo, 2011.

OLIVEIRA, R. F. de. *De aldeamento jesuítico a periferia metropolitana: Carapicuíba, SP como rugosidade patrimonial*. 2016. 378f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SCIFONI, S. Patrimônio cultural e lutas sociais. *Espaço & Geografia*, v. 16, n. 2, p. 515-528, 2013.

SMITH, N. A gentrificação generalizada: de uma anomalia local à regeneração urbana como estratégia urbana global. In: BIDOU-ZACHARIASEN, C. *De volta à cidade: dos processos de gentrificação às políticas de revitalização dos centros urbanos*. São Paulo: Annablume, 2006.

STUCCHI D.; FERREIRA, R. C. O quilombo de nossa senhora do Carmo e os paradoxos da adequação no processo de reconhecimento de direitos. *Ruris*, v. 8, n. 2, p. 91-119, 2014.

Estudo do descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados na região de São Roque – SP

Study on overdue or unused drug disposal within Sao Roque region (Sao Paulo State, Brazil)

Recebido em 10 out. 2017; aceito em 30 out. 2017; publicado em 31 out. 2017.

Júlia Gabriella Luque Alves¹
Luana Izaulina Moreira Soares¹
Mariana Bizari Machado de Campos¹
Emanuella Maria Barreto Fonseca¹
Luiz Felipe Borges Martins¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* São Roque. E-mail de contato: julialuque.alves@gmail.com

RESUMO. Medicamentos são essenciais para a manutenção da saúde da população, porém o investimento da mídia em propagandas, a facilidade de aquisição e o uso corriqueiro sem orientação médica por grande parte dos pacientes proporcionaram o acúmulo desses produtos nas residências. A maior parte desses medicamentos é utilizada normalmente sem considerar prazo de validade ou é descartada de maneira inadequada, o que gera um problema ambiental e de saúde pública. Desta forma, esse trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa na região de São Roque-SP, a fim de conhecer como é feito o descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados na região e, verificar as concepções das pessoas sobre esse assunto, com o intuito de conscientizar e sensibilizar a população sobre o uso racional de medicamentos e o descarte correto desses resíduos. Os resultados desta pesquisa evidenciaram a falta de informação e de conscientização da população regional sobre esse tema, visto que a maioria dos participantes descartam incorretamente os medicamentos vencidos ou inutilizados em lixos comuns, vasos sanitários ou pias, e desconhecem os danos causados pelo descarte inadequado desses resíduos ao meio ambiente.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos, contaminação ambiental, logística reversa, meio ambiente, sustentabilidade.

ABSTRACT. Medicines are essential for maintaining population's health, but the media investment in advertisements, the ease of acquisition and the daily use without medical supervision by most of patients have provided an accumulation of these products in residences. Most part of these drugs is normally used without regards to shelf life or is inappropriately discarded, creating an environmental and public health problem. Therefore, the objective of this study was to conduct a research in the region of São Roque-SP, in order to evaluate how the discard of expired or unused medicines are done in the region, and analyze people's conceptions about this subject in order to aware and sensitize the rational use of medicines and the correct discard of these residues. The results of this research evidenced the lack of information and awareness by the regional population on this topic, since most of participants incorrectly discard the expired or unused medicines in common garbage, toilet or sinks, and they do not know the damages caused by the inappropriate discard of these waste to the environment

Keywords: Waste management, medicines, environmental contamination, reverse logistics, sustainability.

INTRODUÇÃO

A urbanização, o crescimento industrial e populacional e a elevação do consumo contribuíram significativamente para o aumento na geração de resíduos. Estes, por sua vez, se tornaram um grande desafio para as administrações municipais, visto que além de trazerem riscos para a saúde pública, contaminam o meio ambiente, comprometendo a qualidade de vida das atuais e futuras gerações. Isso acontece não só pela geração de resíduos, mas também pelo descarte inadequado dos mesmos.

Para Ferreira (2005, p.1) “a nossa civilização chega ao limiar do século XXI como a civilização dos resíduos, marcada pelo desperdício e pelas contradições de um desenvolvimento industrial e tecnológico sem precedentes na história da humanidade”, pois a tecnologia industrial é caracterizada por sistemas produtivos de natureza poluente, utilizando o ar, água e solo como destino final de seus dejetos.

No Brasil, os dois órgãos que trabalham e são responsáveis para reverter essa situação, além de orientar, definir regras e regularizar os diferentes agentes em relação à geração e manejo de resíduos a serviço da saúde são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. No entanto, falta na literatura informação sobre o conhecimento e conscientização da população, bem como, sobre a realização da fiscalização pelos órgãos oficiais de controle.

Os Estudos realizados pela ANVISA demonstraram que no Brasil são geradas cerca de 120 mil toneladas de resíduos por dia, e que cerca de 1 a 3% desse total é produzido por estabelecimentos de saúde, sendo que cerca de 10% a 25% de resíduos em saúde apresentam risco ao meio ambiente e à saúde da população (RODRIGUES, 2009).

Dentre os resíduos dos serviços de saúde, estão os medicamentos, que são produtos farmacêuticos tecnicamente obtidos ou elaborados com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnósticos. Eles assinalaram uma revolução nas atividades de saúde pública, alcançando lugar de destaque na terapêutica contemporânea (NASCIMENTO, 2015 *apud* SILVA, 2015). Frisa-se que esses produtos se destacam nas práticas profissionais e culturais relacionadas à promoção ou à recuperação da saúde (MELO *et al.*, 2007 *apud* SILVA, 2015).

Grande parte da população brasileira possui medicamentos em sua residência, acumulando-os de forma a constituir o que se pode denominar de “farmácia caseira” (estoque domiciliar). Esses resultam das sobras de tratamentos finalizados, dos que são comprados em quantidades desnecessárias e são guardados para serem utilizados futuramente (OLIVEIRA, 2012 *apud* SILVA, 2015).

O grande investimento da mídia em propaganda, a facilidade de aquisição e o uso corriqueiro dos

medicamentos por grande parte dos pacientes, proporcionaram o acúmulo desses produtos nas residências, isentando os usuários dos riscos inerentes à manutenção dos mesmos. Há também os casos em que a posologia indicada na bula não coincide com a prescrição médica, devido principalmente à falta de venda unitarizada de alguns medicamentos, gerando sobra destes (por exemplo: o tratamento consiste em tomar três comprimidos por dia durante sete dias, mas é vendida apenas a caixa contendo 30 comprimidos, o que gerará uma sobra de nove comprimidos). Cabe ressaltar que a unitarização já é permitida nas farmácias localizadas dentro de unidades hospitalares (BRASIL, 2007). Porém, para que estes produtos tenham sua plena ação, devem estar em condições adequadas de uso e dentro do prazo de validade (FERREIRA *et al.*, 2005). Este prazo representa o tempo durante o qual o produto poderá ser usado, caracterizado como período de vida útil e fundamentado nos estudos de estabilidade específicos. Estes aspectos são importantes para a eficácia do tratamento e segurança do usuário (BILA; DEZOTTI, 2003).

Após expirar o prazo de validade, os medicamentos vencidos devem ser inutilizados e descartados para evitar problemas como intoxicações, uso sem necessidade ou sem indicação, falta de efetividade, reações adversas, poluição do meio ambiente, entre outros (BRASIL, 2011).

Com base nesse problema ambiental, o CONAMA lançou a resolução nº 05/93, revogada posteriormente pela resolução CONAMA Nº 358/05, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. De acordo com essa resolução, os Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde são classificados por grupos (A, B, C, D e E) dependendo do nível de impacto e risco ambiental que apresentam ao meio. No caso dos medicamentos, eles são classificados como resíduos do grupo B, como resíduos especiais, (rejeitos radioativos, medicamento vencido, contaminado, interditado, resíduos químicos perigosos), ou seja, que englobam substâncias químicas que com suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade podem apresentar sérios riscos ao meio ambiente e a saúde pública (BRASIL, 2005).

De maneira complementar, a resolução CONAMA Nº 358/05 responsabiliza os geradores de resíduos de serviço de saúde sobre os gerenciamentos dos resíduos, desde sua geração até a disposição final, através da elaboração de um Plano de Gerenciamento de seus resíduos (BRASIL, 2005).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é o documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, observadas suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL, 2004). O PGRSS tem sido utilizado em locais onde prestam serviços relacionados à saúde humana ou animal, ou seja, redes hospitalares, drogarias, laboratórios, veterinários e ambulatórios. Cada grupo de resíduo tem um tratamento diferenciado, de acordo com sua classificação e em relação ao grau de periculosidade que oferecem aos profissionais da saúde, à população e ao meio ambiente.

Os medicamentos não são removidos pelos tratamentos de água convencionais, já que suas propriedades químicas são persistentes, têm alto potencial para bioacumulação e baixa biodegradabilidade. Por isso, não há método sanitário que os retire completamente da água, mesmo em uma rede de tratamento de esgoto (CRESTANA; SILVA, 2011 *apud* PINTO *et al.*, 2014).

A bioacumulação pode ocorrer de forma direta ou indireta, sendo que na forma direta as substâncias químicas acumulam-se pelo contato direto com o ambiente contaminado através de via oral, percutânea e respiratória. Já na indireta, os produtos químicos acumulam-se nos organismos vivos a partir da cadeia alimentar (GUIMARÃES, 1987 *apud* PINTO *et al.*, 2014).

Desta forma, o descarte inadequado de medicamentos, principalmente no lixo comum ou na rede de esgoto, pode contaminar o solo, as águas superficiais, como os rios, lagos e oceanos e águas subterrâneas, nos lençóis freáticos. Essas substâncias químicas, quando expostas a condições adversas de umidade, temperatura e luz podem transformar-se em substâncias tóxicas e afetar o equilíbrio do meio ambiente, alterando ciclos biogeoquímicos, interferindo nas teias e cadeias alimentares (PINTO *et al.*, 2014).

De acordo com uma pesquisa realizada em 2008 nos EUA por uma agência americana de notícias, a água potável de aproximadamente 41 milhões de pessoas nos Estados Unidos estava contaminada com resíduos de fármacos. Os exames laboratoriais de amostras de água realizados revelaram mais de 60 tipos diferentes de medicamentos e derivados, pertencentes a vários grupos de medicamentos, como sedativos, calmantes, anticonvulsivantes, ansiolíticos e antibióticos. No Brasil, estudos revelando tais dados ainda são escassos (RODRIGUES, 2009).

Assim, este trabalho visou coletar dados sobre como é feito o descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados pela população da região de São Roque-SP, verificar quais as concepções que a população tem sobre esse assunto e conscientizar a mesma sobre a importância do descarte adequado de medicamentos para o meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de verificar as concepções da população sobre o descarte de medicamentos, foi elaborado um questionário contendo os principais pontos a serem considerados no estudo do Descarte de Medicamentos. Dentre as questões propostas, estão inicialmente questões elaboradas a fim de verificar o perfil geral dos participantes da pesquisa (Cidade onde o participante reside, sexo, idade, nível de escolaridade, se possui animais). Além dessas, foram propostas

questões diretamente relacionadas ao descarte de medicamentos, a fim de verificar as concepções da população sobre o assunto (Participantes fazem uso de medicamentos em casa e com que frequência; Costumam verificar o prazo de validade dos medicamentos; Como realizam o descarte dos medicamentos vencidos ou inutilizados; Já receberam alguma informação sobre os locais adequados de descarte; Conhecem os danos do descarte incorreto).

A coleta de dados foi realizada entre Julho e Outubro de 2017 com a aplicação do Questionário impresso em postos de vendas (Farmácias, Drogarias) e de distribuição de Medicamentos (Postos de Saúde) nos municípios de Mairinque – SP e São Roque – SP, e também online por meio da plataforma Google Formulários, que totalizaram 187 respondentes.

Para ajudar na conscientização da população, foi elaborado um panfleto informativo (Figura 1), contendo informações básicas sobre os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de medicamentos, como proceder de forma correta e possíveis pontos de coleta mais próximos. Esse panfleto foi distribuído aos participantes da pesquisa, logo após a aplicação do questionário. Após a aplicação do questionário, os dados coletados foram tabulados e interpretados utilizando-se o software Microsoft Excel®.

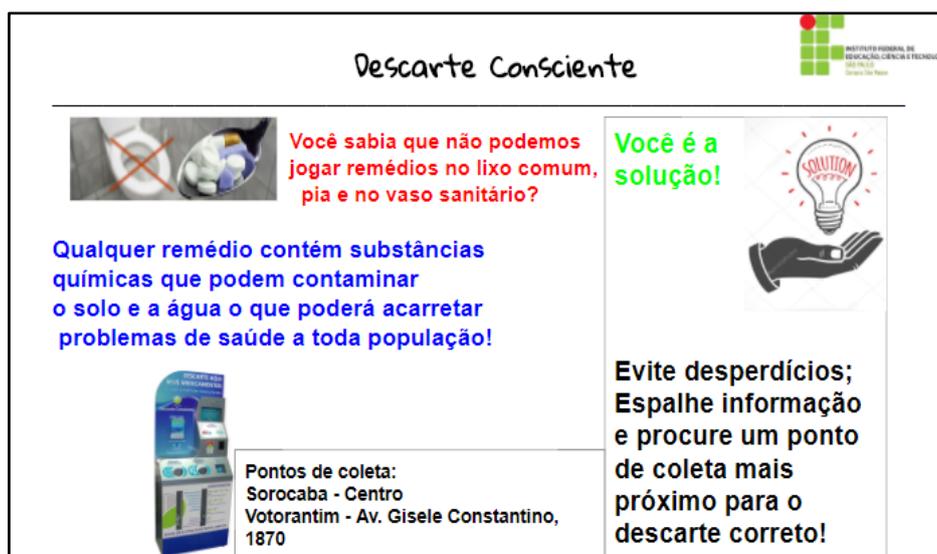


Figura 1. Panfleto informativo elaborado e distribuído aos participantes da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram da pesquisa 187 pessoas, dentre as quais 77,5% do sexo feminino. A maior parte reside nas cidades de Mairinque (49,7%) e de São Roque (29,9%), apresenta idade entre 18 a 26 anos (43,9%) e foi evidenciado que 74,3% dos participantes possuem animais.

Com relação ao nível de escolaridade dos participantes da pesquisa, 31,6% apresentam ensino médio completo, 27,3 % ensino superior incompleto e 29,4% ensino superior completo, sendo que o restante apresenta nível de escolaridade inferior aos citados.

Conforme verificado na Figura 2, 90,4% dos entrevistados fazem uso de medicamentos em casa (tratamento humano ou animal), sendo que 57,7% deles fazem uso desses produtos apenas em caso de doença, enquanto que os demais (42,3%) fazem uso contínuo (Figura 3).

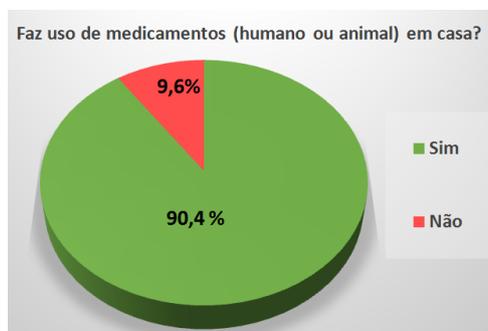


Figura 2. Resultados obtidos sobre o uso de medicamentos em casa.

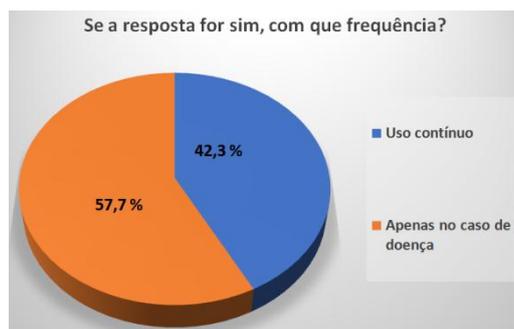


Figura 3. Resultados sobre a Frequência de uso de medicamentos.

Com relação ao prazo de validade dos medicamentos (Figura 4), 56,1% dos participantes da pesquisa responderam que costumam verificar o prazo de validade do mesmo, 13,9% não fazem essa verificação e 30,0% às vezes.



Figura 4. Resultados sobre a verificação do prazo de validade dos medicamentos.

Dentre os participantes que alegaram verificar o prazo de validade, 52,8% alegaram fazer essa verificação no momento de utilizar o remédio, 31,7% no momento da compra e o restante após alguns meses de aquisição do produto (Figura 5).

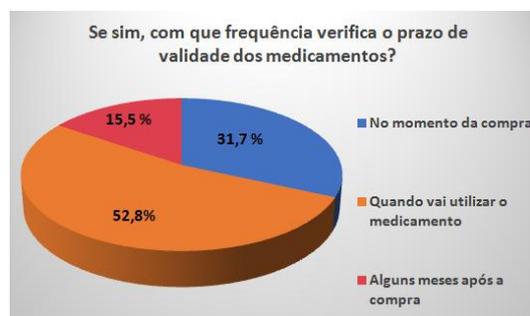


Figura 5. Resultados sobre a frequência de verificação do prazo de validade.

Sobre o descarte dos medicamentos vencidos ou inutilizados, 73,8% dos entrevistados responderam que descartam seus medicamentos no lixo comum, 8,6% na bacia sanitária, 6,4% no tanque/pia, sendo que apenas 12,3% dos entrevistados entregam no local de compra ou entregam à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Figura 6).

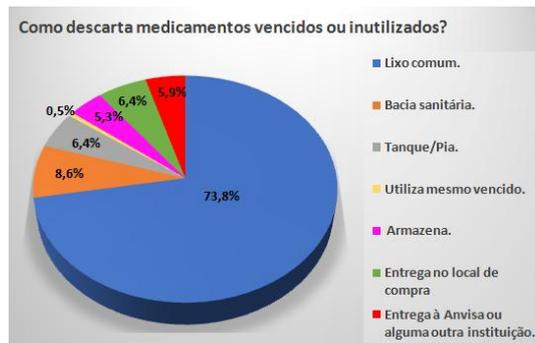


Figura 6. Resultados sobre como os participantes da pesquisa costumam descartar os medicamentos vencidos ou inutilizados.

Além disso, cerca de 87,0% nunca receberam informações sobre como realizar o descarte dos medicamentos de forma adequada (Figura 7).

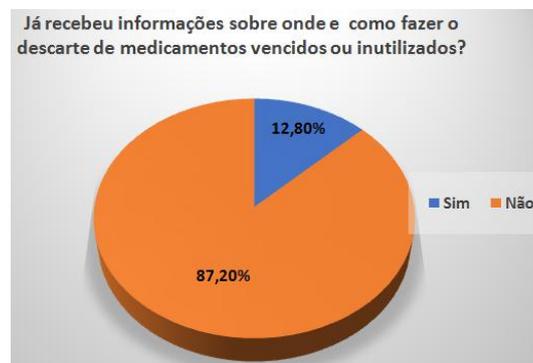


Figura 7. Resultados sobre se os entrevistados já receberam alguma informação sobre o descarte de medicamentos.

Tais resultados revelam que a maioria das pessoas descartam os medicamentos de forma inadequada e desconhecem qualquer informação sobre como fazer o descarte de forma adequada, minimizando impactos ambientais. 88,30 % desconhecem algum local de sua cidade que colete os medicamentos vencidos ou inutilizados. Na Figura 8, é possível verificar que 64,2 % dos entrevistados desconhecem os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de medicamentos vencidos ou inutilizados.



Figura 8. Resultados sobre o conhecimento dos participantes sobre os problemas ambientais causados pelo descarte indevido de medicamentos.

Aproximadamente 91,4% (Figura 9) deles desconhecem também a coleta seletiva dos mesmos. Esses dados evidenciam a falta de informação sobre esse assunto.

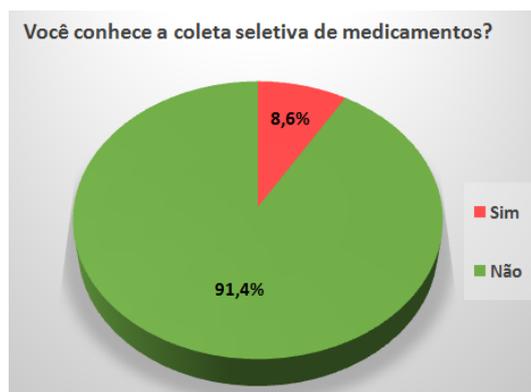


Figura 9. Conhecimento dos participantes sobre a coleta seletiva dos medicamentos.

De forma geral, os resultados encontrados no trabalho evidenciam o descarte inadequado de medicamentos e a falta de informação da população sobre o descarte de medicamentos e seus danos ao meio ambiente. Esses resultados corroboram com os trabalhos citados abaixo, encontrados na literatura.

Melo e colaboradores (2010) pesquisaram sobre o descarte de medicamentos vencidos por residentes na cidade de São Paulo. De acordo com os resultados da pesquisa, 75,32% dos participantes descartam o resíduo juntamente com o lixo doméstico, 6,34% descartam os medicamentos na pia ou vaso sanitário. 9,8% afirmaram nunca terem descartado medicamentos vencidos. Apesar de 63,3% dos entrevistados compreenderem como sendo elevado o risco de descartar indiscriminadamente medicamentos vencidos no esgoto ou lixo doméstico, 92,5% nunca perguntaram como fazê-lo adequadamente. Assim, houve a constatação de que a maior parte dos usuários de medicamentos desconhece os impactos ambientais provenientes do seu inadequado descarte e os respectivos riscos e danos à própria saúde, o que enfatiza a importância do papel de profissionais de saúde, inseridos no contexto da medicação, em proporcionar instruções que minimizem os aspectos negativos decorrentes dessa prática.

Em seu trabalho, Gasparini e colaboradores (2011) estudaram como é realizado o descarte de medicamentos e a consciência ambiental sobre o descarte inadequado no município de Catanduva, SP. De acordo com a pesquisa, as sobras de medicamentos são descartadas no lixo por 30,45% dos entrevistados, sendo 88,18% no lixo seco e 7,55% no lixo úmido. 61,35% alegaram descartar os medicamentos vencidos no lixo. 80,4% acham que essa atitude pode causar problemas ambientais. 37,19% julgam-se culpados por isso, e 35,01% acreditam que a responsabilidade é do governo. 84,55% relatam nunca terem recebido nenhuma informação sobre esse assunto.

Pinto e colaboradores (2014), em seu estudo sobre o descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia, SP, verificaram que 91% dos participantes da pesquisa descarta os medicamentos vencidos no lixo comum, no lixo reciclável e na água corrente, sendo que somente 4% destinam os medicamentos adequadamente em postos de saúde, farmácias ou pontos de coleta adequados. Além disso, 92% dos entrevistados não têm conhecimento sobre os locais de recolhimento de medicamentos, e 98% não tiveram acesso a informações referentes ao descarte de medicamentos.

Já Souza e Falqueto (2015) realizaram um levantamento bibliográfico no qual foram consultados artigos científicos e dissertações, no período de 2003 a 2011 sobre o assunto. Como resultado principal esse levantamento destaca o descarte inadequado realizado pela população no lixo ou esgoto. Além disso, o trabalho identificou a falta de informação sobre o assunto e inferiu que as questões relacionadas à geração e o descarte de resíduos de medicamentos devem ser amplamente discutidas e estudadas em nível de saúde pública visando sensibilizar a população, as empresas e as autoridades pertinentes para que se preocupem com soluções urgentes voltadas para o uso racional de medicamentos e o correto descarte de seus resíduos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados no presente estudo evidenciam a falta de informação da população da região de São Roque, SP sobre o descarte de medicamentos, o que corrobora com os trabalhos encontrados na literatura sobre o assunto.

Através deste trabalho, foi possível verificar que a maior parte dos participantes da pesquisa descartam os medicamentos vencidos ou inutilizados de forma incorreta, em lixos comuns, bacias sanitárias e pias, expondo o meio ambiente aos riscos e danos ambientais dos medicamentos. Além disso, desconhecem os problemas ambientais e danos causados pelo descarte inadequado e as formas adequadas de descarte, como a coleta seletiva. Acredita-se que essa falta de informação evidenciada na pesquisa deve-se ao fato de que em São Roque e nos municípios vizinhos não há pontos de coleta desses resíduos e/ou divulgação desses. No entanto, é possível encontrar pontos na cidade de Sorocaba e Votorantim, que são os locais mais próximos que realizam essa coleta.

Além da aplicação da pesquisa, uma das ações realizadas pelo presente estudo, para informar a população sobre

o descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados foi a elaboração e entrega do panfleto informativo ao final do questionário, para que assim, depois de responder, a população pudesse ter consciência do que fazer com os seus resíduos farmacêuticos.

Através do presente estudo verificou-se a necessidade da realização de ações capazes de informar e conscientizar a população sobre os danos do descarte incorreto de medicamentos ao meio ambiente, as formas mais adequadas de descarte e os pontos de coleta dos mesmos.

Para isso é importante uma ação efetiva dos administradores e empresas locais, como a implantação de projetos municipais que estabeleçam normas e campanhas de conscientização visando à orientação da população quanto ao uso e ao descarte correto dos medicamentos. Outro ponto a considerar é o estabelecimento de uma estrutura no município capaz de realizar a coleta para que se realize esse descarte. Uma primeira atitude seria a definição de locais para a coleta e sua divulgação para a população. Posteriormente, esforços devem ser estabelecidos para a conscientização da população quanto ao uso racional de medicamentos, além dos impactos gerados ao meio ambiente decorrente não só do descarte de medicamentos, como também do desperdício de medicamentos, que ocorre por várias razões e cuja responsabilidade deverá ser amplamente esclarecida para que não somente o destino do resíduo gerado seja considerado, mas também a diminuição de sua geração.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, L. S. V.; NICOLETTI, M. A. Descarte Doméstico de Medicamentos e algumas considerações sobre o Impacto Ambiental. *Revista Saúde*, 2010.
- BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no Meio Ambiente. *Química Nova*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, 2003.
- BRASIL/MINISTÉRIO DA SAÚDE (2004). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004.**
- BRASIL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2005). **Resolução CONAMA nº 358 de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>>. Acesso em: 28 mar. 2017.
- BRASIL/MINISTÉRIO DA SAÚDE (2006). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- BRASIL/MINISTÉRIO DA SAÚDE (2007). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 67, de 8 de outubro de 2007.**
- BRASIL (2010). **Lei Federal Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 28 mai.2017.
- BRASIL (2011). **Projeto de Lei nº 595/2011.** Ementa: Acrescenta o art. 6-A a Lei nº 5.991 de 17 de dezembro de 1973, para dispor sobre o recolhimento e o descarte consciente de medicamentos, 2011.
- FERREIRA, J. A. Resíduos sólidos e lixo hospitalar: Uma discussão ética. *Cad. Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, 2005.
- GASPARINI, J. C.; GASPARINI, A. R.; FRIGIERI, M. C. Estudo do descarte de medicamentos e consciência ambiental no município de Catanduva, SP. *Ciência e tecnologia*, FATEC-JB, Jaboticabal, v. 2, n. 1, p. 38-51, 2011.
- GIUSTI L. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, 2009.
- MEDEIROS, M. S. G.; MOREIRA, L. M. F.; LOPES, C. C. G. O. Descarte de medicamentos: programas de recolhimento e novos desafios. *Revista de ciências farmacêuticas básica e aplicada*, p. 651-653, 2014.
- MELO, V.; NUNES, D. C. D.; KIM, F. J. K.; ALMEIDA, KAMIYA, V. M.; FURUKAWA, J. K.; SATO, E. M.; MISSIMA, J; OLIVEIRA, P. G. **Descarte de medicamentos vencidos por usuários residentes na cidade de São Paulo**, 2010. Disponível em: <<http://www.oswaldocruz.br/download/artigos/saude20.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- PINTO, G. M. F.; SILVA, K. R.; PEREIRA, R. F. A. B.; SAMPAIO, S. I. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia, SP, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, n. 3, 2014.
- RODRIGUES, C. R. B. **Aspectos Legais e Ambientais do Descarte de Resíduos de medicamentos.** Dissertação (Mestrado). Curitiba, PR: UFTPR, 2009.

SILVA, E. R.; SOUZA, J. R.; CALDAS, E. D. Resíduos de Medicamentos veterinários em leite e Ovos. *Química Nova*, v. 37, n. 1, p. 111-122, 2014.

SILVA, B. R. **Descarte residencial de medicamentos e sensibilização sobre impacto ambiental dos acadêmicos de biologia.** Monografia (Universidade Federal de Campina Grande). Campina Grande, PB: Centro de saúde e tecnologia rural curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, 2015.

SILVESTRI, C. **Destinação Final dos Medicamentos Vencidos**, 2006.

Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/download/ComEspMedicamentosVencidos/Relat%C3%B3rioFinal.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

SOUZA, C. P. F. A.; FALQUETO, E. Descarte de Medicamentos no Meio Ambiente no Brasil. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 96, n. 2, p. 1142-1158, 2015.

UEDA, J.; TAVERNARO, R.; MAROSTEGA, V.; PAVAN, W. Impacto Ambiental do descarte de fármacos e estudo da conscientização da população a respeito do problema. *Revista Ciências do Ambiente (on-line)*, v. 5, n. 1. 2009.