

Simone Medianeira Franzin é formada em Licenciatura em Ciências Biológicas, com Especialização em Biologia e Mestrado e Doutorado em Agronomia. Atua como professora de Biologia no Instituto Federal Farroupilha, Campus São Vicente do Sul. Desempenha a função de Coordenadora do Programa PET-Biologia, junto ao grupo de doze alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Campus.

Caroline Pilar, Débora Moro, Jenifer Klüsener, Márcia Parizi, Tamires Conti são acadêmicas do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul e bolsistas do Programa de Educação Tutorial (PET Biologia).

A consolidação dos eixos de ensino, pesquisa e extensão compõe um dos grandes desafios das instituições de Ensino. A realização de ações que pensem na constituição integral do indivíduo como um ser em constante mudança, exige das instituições uma permanente reflexão sobre suas propostas. Este livro é o resultado da compilação de estudos a cerca do conhecimento da Biologia e tem como propósito auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo com as ações cotidianas.



Programa de Educação Tutorial

Simone Medianeira Franzin et al.

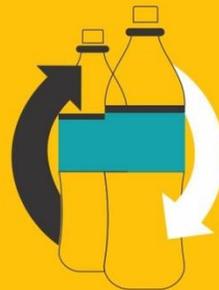


Simone Medianeira Franzin
Caroline de Oliveira Pilar
Débora Moro
Jenifer Klüsener
Márcia Costenaro Parizi
Tamires Franco Conti
Organizadores



Programa de Educação Tutorial

Recursos didáticos como contribuição ao ensino de Biologia



O PET Biologia atua há 8 anos no Instituto Federal Farroupilha – Campus São Vicente do Sul, tendo a responsabilidade de representar a Instituição e promover o fortalecimento do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, formando profissionais comprometidos para o mercado de trabalho e cidadania.

Programa de Educação Tutorial
Recursos didáticos como
contribuição ao ensino de Biologia

**Simone Medianeira Franzin
Caroline de Oliveira Pilar
Débora Moro
Jenifer Klüsener
Márcia Costenaro Parizi
Tamires Franco Conti
Organizadoras**

**Programa de Educação Tutorial
Recursos didáticos como
contribuição ao ensino de Biologia**



2018

© Dos autores – 2018

Editoração: Oikos

Capa: Juliana Nascimento

Revisão: Geraldo Korndörfer

Arte-final: Jair de Oliveira Carlos

Impressão: Rotermund

Conselho Editorial (Editora Oikos):

Antonio Sidekum (Ed.N.H.)

Avelino da Rosa Oliveira (UFPEL)

Danilo Streck (Unisinos)

Elcio Cecchetti (UNOCHAPECÓ e GPEAD/FURB)

Eunice S. Nodari (UFSC)

Haroldo Reimer (UEG)

Ivoni R. Reimer (PUC Goiás)

João Biehl (Princeton University)

Luís H. Dreher (UFJF)

Luiz Inácio Gaiger (Unisinos)

Marluza M. Harres (Unisinos)

Martin N. Dreher (IHSL)

Oneide Bobsin (Faculdades EST)

Raúl Fornet-Betancourt (Aachen/Alemanha)

Rosileny A. dos Santos Schwantes (Uninove)

Vitor Izecksohn (UFRJ)

Editora Oikos Ltda.

Rua Paraná, 240 – B. Scharlau

93120-020 São Leopoldo/RS

Tel.: (51) 3568.2848

contato@oikoseditora.com.br

www.oikoseditora.com.br

P964 Programa de Educação Tutorial: recursos didáticos como contribuição ao ensino de Biologia / Organizadoras: Simone Medianeira Franzin et al. – São Leopoldo: Oikos, 2018.

105 p.; il.; color.; 14 x 21 cm.

ISBN 978-85-7843-791-6

1. Biologia – Ensino. 2. Animal peçonhento. 3. Botânica. 4. Resíduo sólido. 5. Resíduo sólido – Descarte. 6. Prática pedagógica. 7. Professor – Formação. I. Franzin, Simone Medianeira. II. Pilar, Caroline de Oliveira. III. Moro, Débora. IV. Klüsener, Jenifer. V. Parizi, Márcia Costenaro. VI. Conti, Tamires Franco.

CDU 573:37

Catálogo na Publicação:

Biblioteca Eliete Mari Doncato Brasil – CRB 10/1184

Sumário

Prefácio 7

Capítulo I

Animais peçonhentos de importância médica
do Rio Grande do Sul 9

Lauren Rumpel Teixeira

Andrielli da Silva Fontoura

Daiane Valente Valente

Geizon Oliveira da Silveira

Paola Flores Sturza

Simone Medianeira Franzin

Capítulo II

Manual de Botânica 51

Cristianline dos Santos Nunes

Gabriela Lanes de Almeida

Leonardo Peres Severo

Maurício André Morales Garcia

Paola Zuquette Flôres

Simone Medianeira Franzin

Capítulo III

Resíduos sólidos: o que você precisa saber! 85

Débora Moro

Jenifer Klüsener

Márcia Costenaro Parizi

Tamires Franco Conti

Simone Medianeira Franzin

Prefácio

Este livro, organizado em três capítulos, é fruto das pesquisas interdisciplinares do Programa de Educação Tutorial (PET) Biologia do Instituto Federal Farroupilha Câmpus São Vicente do Sul (IFFar-SVS).

A presente obra proporciona ao leitor conhecimentos sobre os temas “Animais peçonhentos do Rio Grande do Sul”, “Manual de Botânica” e “Resíduos Sólidos”. Por meio dos capítulos que foram selecionados pelos autores, o leitor terá a oportunidade de acessar informações que reúnem um aporte teórico consistente sobre os temas apresentados, assim como ilustrações. Dessa forma, observa-se que o material produzido pelo PET Biologia possui um viés didático, o que confere à publicação um valor especial, uma vez que tem a possibilidade de dialogar com a comunidade escolar e acadêmica do Instituto Federal Farroupilha.

As temáticas aqui apresentadas favorecem a socialização do conhecimento produzido pelo PET Biologia e destacam o comprometimento do grupo com o ensino, a pesquisa e a extensão. O PET, mais uma vez, por meio da publicação de um livro, retorna para a comunidade na qual se insere os conhecimentos produzidos no âmbito de uma instituição pública de ensino.

Laís Braga Costa
Bibliotecária do IFFar-SVS



CAPÍTULO I

Animais peçonhentos de importância médica do Rio Grande do Sul

*Lauren Rumpel Teixeira
Andrielli da Silva Fontoura
Daiane Valente Valente
Geizon Oliveira da Silveira
Paola Flores Sturza
Simone Medianeira Franzin*

Apresentação

Sobre o capítulo

O capítulo “Animais peçonhentos de importância médica do Rio Grande do Sul” foi elaborado pelos acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e integrantes do Programa de Educação Tutorial (PET) Biologia do Instituto Federal Farroupilha – Câmpus São Vicente do Sul/RS, a fim de divulgar informações acerca dos principais animais peçonhentos e as importâncias médicas que podem surgir no Estado do Rio Grande do Sul.

Sobre o PET-Biologia

O Programa de Educação Tutorial (PET) Biologia foi implementado no Instituto Federal Farroupilha – Câmpus São Vicente do Sul/RS, no ano de 2010. Possui 12 petianos e uma tutora. O grupo PET-Biologia promove ao longo do ano atividades de ensino, pesquisa e extensão, voltadas para os acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e também para a comunidade em geral.

Serpentes peçonhentas do Rio Grande do Sul

Introdução

Os vertebrados (Filo Chordata) constituem um grupo de animais diversificados, com mais de 56.000 espécies (REECE; URRY; CAIN, 2015), variando em tamanho, forma, hábitos e importância ecológica. O termo vertebrado é derivado das vértebras arranjadas em série para formar a coluna vertebral (POUGH et al., 2008).

Uma das principais classes é a Reptilia, a qual possui cerca de 9.500 espécies (HICKMAN et al., 2016), sendo os primeiros animais vertebrados a conquistar definitivamente o ambiente terrestre, graças ao desenvolvimento do ovo amniótico com casca, pele resistente e queratinizada, fecundação interna e economia hídrica (HICKMAN et al., 2009). Estão divididos em duas linhagens: anápsidos e diápsidos. A subclasse Anapsida compreende a Ordem *Testudines* (tartarugas), e a subclasse Diapsida inclui as ordens *Sphenodonta* (tuatara), *Crocodylia* (crocodilos e jacarés) e *Squamata* (lagartos, anfisbenas e serpentes) (HICKMAN et al., 2009).

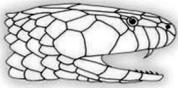
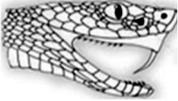
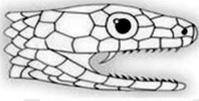
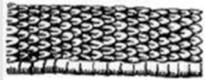
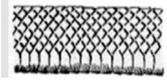
A ordem *Squamata* reúne os répteis mais abundantes e diversificados, representados principalmente por lagartos e serpentes (MORAES, 2012). No mundo são registradas 2.930 espécies de serpentes, das quais 265 ocorrem no Brasil. Do total de espécies brasileiras, 52 são peçonhentas (SILVA et al., 2005), ou seja, possuem veneno e conseguem inoculá-lo na vítima através da peçonha (SOUZA & NUNES, 2007).

Entre as principais características das serpentes estão: coluna vertebral (sem membros locomotores), corpo alongado e coberto por escamas (SILVA et al., 2005), olfato deficiente, e assim utilizam órgãos específicos para captar odores do ambiente (órgãos de Jacobson) e perceber o calor emitido pelas presas (fosseta loreal). Os órgãos de Jacobson localizados no céu da boca transmitem informações ao cérebro permitindo a identificação de odores. Essas informações são captadas através da língua bifurcada, que coleta pequenas partículas do ambiente e as transporta até estes órgãos (ANTUNES, 2005). Já a fosseta loreal (presente somente nas peçonhentas) consegue detectar calor e raios infravermelhos das presas, ideal para localização noturna (TEIXEIRA, 2002).

Além das fossetas loreais, existem várias características pelas quais é possível diferenciar uma serpente peçonhenta das não peçonhentas, facilitando a identificação. Estas diferenças estão especificadas no quadro abaixo:

Quadro 1: Diferenças entre serpentes peçonhentas e não peçonhentas

Diferenças entre serpentes peçonhentas e não peçonhentas		
	Peçonhenta	Não peçonhenta
Cabeça	 <p>Triangular e achatada Escamas pequenas bem destacadas</p>	 <p>Oval Escamas grandes e pequenas mal destacadas</p>
Perfil	 <p>Pupilas estreitas 1 par de narinas Hábitos noturnos Um par de fossetas loreais – órgão termo sensitivo</p>	 <p>Pupilas arredondadas 1 par de narinas Fosseta loreal ausente</p>

<p>Dentes</p>	 <p>Proteróglifa 1 par de dentes fixos alongados anteriores Ex: Coral</p>	 <p>Áglifa Ausência de dentes mais longos, ocos e conectados à glândula de veneno. Ex: Sucuri, Jiboia</p>
	 <p>Solenóglifa 1 par de dentes ocos articulados anteriores, posicionam-se para frente quando a serpente abre a boca. Ex: Jararaca, Cascavel, Surucucu</p>	 <p>Opistóglifa 1 ou 2 pares de dentes sulcados, alongados no fundo da boca, conectados à glândula de veneno, mas raramente conseguem inoculá-lo. Ex: Falsa Coral, Muçurana</p>
<p>Escamas</p>	 <p>Carenadas – semelhantes à casca de arroz, ásperas</p>	 <p>Lisas, escorregadias, achatadas</p>
<p>Cauda</p>	 <p>Curta, afinada bruscamente</p>	 <p>Longa, afinada gradualmente</p>

Fonte: CASCELLI, 2012. Modificado pelos autores.

Principais espécies de serpentes peçonhentas no Rio Grande do Sul

As principais espécies de serpentes peçonhentas que ocorrem no Rio Grande do Sul são: Cruzeira (*Bothrops alternatus*, Fig. 1-a, mosaico 1), Jararaca-pintada (*Bothrops neuwiedi*, Fig. 1-b, mosaico 1), Jararaca (*Bothrops jararaca*, Fig. 1-c, mosaico

1), Coral-verdadeira (*Micrurus frontalis*, Figura 1-d, mosaico 1) e Cascavel – (*Crotalus durissus*, Fig. 2, mosaico 1).

Cascavel – (*Crotalus durissus*)

Possui coloração que vai do marrom ao cinza, com losangos claros pelo dorso, atingindo até cerca de 1,8 m de comprimento. Tem o chocalho na extremidade da cauda, facilitando seu reconhecimento. Ocorrem em campos abertos de cerrados, caatinga, pastagens, matas secundárias, áreas pedregosas e secas. Possui hábito crepuscular e noturno. São perigosas, mas não agressivas, fugindo rapidamente quando avistadas. Preferem locais ensolarados e pedregosos. Quando ameaçadas, vibram o chocalho.

Alimentação: lagartos, pequenos roedores e aves terrestres. Reprodução: vivíparas, gestação de até seis meses com o nascimento de 16 a 24 filhotes.

Curiosidade: A cada muda de pele da cascavel, é acrescentado um anel no chocalho. Portanto, o número de anéis não representa a sua idade.

Cruzeira – (*Bothrops alternatus*)

É uma serpente de coloração marrom escuro (Fig. 3, mosaico 1), com desenhos em forma de gancho de telefone. Mede aproximadamente 1,5 m. Habita campos cerrados, campos cultivados e brejos. Possui hábito crepuscular e noturno. Desfere botes desordenados à sua volta. Alimentação: pequenos roedores. Reprodução: vivípara, nascendo entre 16 e 20 filhotes no início da estação chuvosa (TEIXEIRA, 2002).

Jararaca pintada – (*Bothrops neuwiedi*)

Apresenta coloração castanha com desenhos em forma de trapézios (Fig. 4, mosaico 1). São serpentes de pequeno a médio porte e muito ágeis.

Jararaca – (*Bothrops jararaca*)

Possui coloração esverdeada com desenhos semelhantes a um “V” invertido (Fig. 5, mosaico 1), corpo delgado medindo cerca de 1 m. A maioria dos registros de casos de acidentes com serpentes são ocasionados pela jararaca. Habita florestas, cerrados e lugares úmidos. Possui hábitos noturnos.

Alimentação: anfíbios e lagartos quando jovens e pequenos roedores quando adultas. Reprodução: vivípara.

Coral verdadeira – (*Micrurus frontalis*)

É considerada a serpente (Fig. 6, mosaico 1) mais venenosa do Brasil, porém o índice de acidente com essa serpente é muito baixo. Possui cabeça arredondada, escamas lisas e brilhantes sobre o corpo, corpo delgado, olhos pequenos com pupilas circulares e dentição proteróglifa. A coloração forma anéis ao longo do corpo, pretos, vermelhos e brancos. Pode atingir até 80 cm de comprimento. Esconde-se em buracos, montes de lenhas e troncos de árvores. Possui hábito diurno. Quando irritadas, escondem a cabeça entre os anéis do corpo e levantam a cauda. Não dão bote, nem conseguem escalar árvores. Em geral, atacam somente quando são manipuladas ou pisadas. Quando isso acontece, seus dentes pequenos e fixos mordem, deixando no local apenas uma pequena perfuração. Os estragos, porém, podem ser fatais.

Alimentação: lagartos ápodos (sem membros) e outras cobras (menos a cascavel). Reprodução: época reprodutiva no final do ano. Ovípara, coloca entre 15 e 18 ovos.

No Quadro 2, são destacadas as principais diferenças entre a coral verdadeira e a falsa. É importante salientar que a diferença através da disposição dos anéis não é totalmente correta, pois existem variações nos padrões de coloração conforme a espécie.

Acidentes com serpentes peçonhentas

No Rio Grande do Sul, as serpentes dos gêneros *Bothrops*, *Crotalus* e *Micrurus* são responsáveis pelo grande número de acidentes ocorridos.

Segundo dados do Ministério da Saúde/FIOCRUZ/SINITOX, em 2015 no Rio Grande do Sul, foram registrados 848 casos de acidentes, sendo a maioria com pessoas do sexo masculino e na zona rural, provavelmente com trabalhadores residentes no campo, onde ficam mais expostos ao habitat natural desses animais. Os dados seguem especificados no Quadro 3.

Quadro 2: Diferenças entre a coral verdadeira e a falsa coral

Diferenças entre a coral verdadeira e falsa coral	
Coral verdadeira	Falsa coral
**A cor vermelha não se encontra com preta, tendo sempre um anel branco ou amarelo (dependendo da espécie) entre as duas cores.	**A cor vermelha se encontra com a cor preta.
Possuem dentição proteróglifa, ou seja, as presas estão localizadas na parte anterior da boca.	Possuem dentição opistóglifa, ou seja, as presas estão localizadas na parte posterior da boca.
Os anéis circundam todo o corpo.	Os anéis circundam somente a parte dorsal do corpo; a parte ventral é branca.

Fonte: <http://cienciasvirtual-bio.blogspot>

Quadro 3: Casos de intoxicação por serpentes por unidade federada, segundo sexo e zona de ocorrência, registrados em 2015

Sexo	Nº de casos	Zona	Nº de casos
Masculino	665	Rural	689
Feminino	183	Urbana	142
		Ignorado	17
Total	848		848

Fonte: MS/FIOCRUZ/SINIT.

De acordo com dados da Secretária de Vigilância em Saúde e Ministério da Saúde, os acidentes de maior importância médica no Brasil são: botrópico, crotálico, laquético e elapídico. Acidentes por serpentes não peçonhentas são relativamente frequentes, porém não determinam acidentes graves; na maioria dos casos, e por isso, são considerados de menor importância médica.

Acidente botrópico é causado por jararacas e cruzeiras. Causa dor, inchaço, manchas roxas eventualmente, sangramento no local da picada, gengivas, pele, urina e outros possíveis machucados.

Acidente crotálico é causado pela cascavel e representa 9% dos acidentes. Quase não se observa o sinal da picada, pouco edema, náuseas e vômitos. Devido à neurotoxicidade do veneno, seis horas após o acidente, a vítima tem distúrbios visuais, queda de pálpebra, dificuldade de se movimentar e respirar, ficando com a aparência de “bêbado”. Além da ação neurotóxica, o veneno também possui ação miotóxica, fazendo com que o paciente sinta dores musculares generalizadas e causando o escurecimento da urina (chamada urina de coca-cola) (Fig. 7, mosaico 1) após 6 a 12 horas da picada, podendo evoluir para insuficiência renal, ocasionando a morte.

Acidente elapídico é causado pela coral verdadeira – O veneno de coral possui ação neurotóxica impedindo a transmissão do sinal nervoso ao músculo, ocasionando visão borrada ou dupla, pálpebras caídas e aspecto sonolento. Outro sinal é a falta de ar, podendo ocasionar a morte da vítima por asfixia.

Para cada tipo e gravidade de acidente existe um número de ampolas de soro antiofídico indicado, conforme segue no Quadro 4.

Quadro 4: Número de ampolas de soro antiofídico indicado para cada tipo e gravidade do acidente

Acidentes	Soros	Gravidade	Nº ampolas
Botrópico	Antibotrópico (SAB)	Leve: quadro local discreto, sangramento em pele ou mucosas; pode haver apenas distúrbio na coagulação.	2 a 4
	Antibotrópico-laquético (SABL)	Moderado: edema e equimose evidentes, sangramento sem comprometimento do estado geral; pode haver distúrbio na coagulação.	5 a 8
		Grave: alterações locais intensas, hemorragia grave, hipotensão, anúria.	12
Laquético	Antibotrópico-laquético (SABL)	Moderado: quadro local presente, pode haver sangramentos, sem manifestações vagas.	10
		Grave: quadro local intenso, hemorragia intensa, com manifestações vagas.	20
		Leve: alterações neuromusculares discretas; sem mialgia, escurecimento da urina ou oligúria.	5
Crotálico	Anticrotálico (SAC)	Moderado: alterações neuromusculares evidentes, mialgia e mioglobínúria (urina escura), porém discretas.	10
		Grave: alterações neuromusculares evidentes, mialgia e mioglobínúria intensas, oligúria.	20
Elapídico	Anti-elapídico (SAE)	Considerar todos os casos potencialmente graves pelo risco de insuficiência respiratória	10

Fonte: Secretaria de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde

Procedimentos em caso de acidente com serpentes peçonhentas

Seguem a seguir algumas medidas a serem tomadas em caso de acidente segundo Wen et al. do Instituto Butantan. Após um acidente ofídico, pouca coisa deve ser feita até chegar ao hospital. A vítima deve ser levada até o hospital, mantendo-se o mais calma possível, para evitar que o veneno circule rapidamente.

Além disso:

- Podem ser utilizados água e sabão para a lavagem do local da picada;
- Deve-se manter o membro elevado e evitar movimentos desnecessários;
- É importante capturar e levar o animal para identificação, quando possível.

O soro antiofídico específico é o único tratamento eficaz, sendo que para cada acidente há um determinado tipo de soro. Quanto mais rapidamente o soro for aplicado, menores as chances de complicações.

Produção do soro antiofídico

Segundo o Instituto Butantan, o processo de produção do soro (Fig. 8, mosaico 1) acontece da seguinte maneira:

Primeiramente, o soro é inoculado em cavalos, os quais possuem anticorpos, que posteriormente são extraídos em uma grande quantidade de sangue.

O veneno da serpente é dissolvido e injetado no cavalo em doses que não prejudiquem o animal. O processo leva cerca de 40 dias até o animal produzir uma quantidade de anticorpos satisfatória.

Após são retiradas amostras de sangue para avaliar a quantidade de anticorpos produzidos pelo animal, e, quando

há produção suficiente, são retirados aproximadamente 15 l de sangue em duas etapas, estabelecendo um intervalo de 48 horas.

O soro é produzido a partir da purificação e concentração do plasma (parte líquida do sangue), onde estão presentes os anticorpos. A parte vermelha do sangue (hemácias) é recolhida no cavalo para diminuir os efeitos colaterais provocados pela sangria. Isto se dá graças a uma técnica desenvolvida pelo Instituto Butantan chamada de plasmaferese.

Por último, são feitos vários testes de controle de qualidade neste soro.

Colubrídeos (Cobra-Verde e Muçurana)

Ouve-se falar constantemente que as serpentes como a cobra-verde (*Philodryas olfersii*) e a muçurana (*Clelia clelia*) não possuem veneno e, por isso, não representam nenhum perigo. Porém, ao contrário do que muitas pessoas pensam, esses animais possuem veneno; entretanto, em caso de acidente, elas raramente conseguem inoculá-lo por possuírem dentição opistóglifa (dentes na parte posterior da boca). No caso de conseguirem inocular o veneno em crianças, idosos e pessoas com o sistema imune debilitado, podem ocasionar complicações.

Pouco se conhece a respeito da ação do veneno dos colubrídeos. Contudo, podem ocasionar sintomas semelhantes aos causados com o acidente botrópico (edema, dor e equimose), porém sem alteração da coagulação. Segundo estudos, o veneno de *Philodryas olfersii* possui atividade hemorrágica e proteolítica (MS & FUNASA, 2001).

Cobra cipó – (*Philodryas olfersii*)

Possui coloração predominantemente verde (Fig. 9, mosaico 1), é comprida e delgada com o ventre claro. Atinge 1 m de comprimento. Habita cerrados e florestas tropicais. Possui

hábito arborícola, diurno. Passa a maior parte do tempo nas árvores e arbustos, mas pode ser encontrada no chão. É aparentemente agressiva, abrindo amplamente a sua boca quando intimidada. Em geral foge rapidamente pela vegetação quando perturbada. Muitas pessoas acham que esta espécie é inofensiva. A espécie possui veneno, mas, por possuir denteção situada no fundo da boca, não é considerada venenosa, pois raramente consegue inoculá-lo. São muito ágeis, tanto sobre a terra como nas árvores.

Alimentação: pequenos insetos e roedores, anfíbios e lagartos. Reprodução: ovípara, coloca entre 15 e 18 ovos com o nascimento no início da estação chuvosa.

Muçurana – (*Pseudoboa clelia*)

Pode atingir 2,40 m de comprimento. Sua coloração varia com a idade. Na região dorsal, quando jovem, é rosácea e negro chumbo nos adultos. A região ventral apresenta coloração branco-amarelada. Habita matas de vegetação rasteira, fechada. Possui hábitos noturnos. É extremamente ágil. Alimentação: geralmente jararacas.

Medidas de prevenção

De acordo com Esquina (2011), recomenda-se:

- Andar sempre calçado quando realizar atividades em jardins ou lavouras;
- Não colocar mãos e pés em buracos;
- Olhar sempre o local onde anda ou pisa, pois, nos locais que têm muita incidência de ratos, provavelmente existam serpentes, pois elas se alimentam destes animais;
- Manter limpos os quintais e jardins, evitando o acúmulo de lixo e entulho;
- Evitar importunar os animais, pois eles atacam somente quando se sentem ameaçados.

Invertebrados peçonhentos do Rio Grande do Sul

Os invertebrados são animais que não possuem coluna vertebral e se constituem em aproximadamente 33 filos (BRUSCA, 2007). O estudo deles é de grande importância, já que representam uma vasta diversidade da vida animal e são responsáveis por mais de 99% de todas as espécies de animais, mesmo que menos de 1 milhão de espécies viventes tenha sido descrito até agora (RUPPERT, 2005).

Filo Arthropoda

Os artrópodes constituem o maior grupo de animais, apresentando uma grande diversidade de formas de vida. Surgiram há mais de 400 milhões de anos, sendo sua denominação associada a suas pernas articuladas. Aproximadamente 900.000 espécies foram registradas (HICKMANN, 2009), e provavelmente exista o mesmo número de espécies para ser identificado e classificado.

Subfilo Chelicerata – Quelicerados

Os animais que compõem o subfilo Chelicerata não possuem antenas e, em geral, têm seis pares de apêndices. O primeiro par são as quelíceras e os demais são semelhantes a pernas. Os pedipalpos funcionam como mandíbulas. O corpo de um quelicerado, em geral, possui duas divisões distintas, uma região anterior chamada de *prossoma* (ou *cefalotórax*) e uma região posterior chamada de *opistossoma* (ou *abdômen*) (Fig. 10, mosaico 1) (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011).

Classe Arachnida

Os aracnídeos, quase totalmente terrestres, compreendem mais de 98% de todas as espécies viventes de quelicerados (BARNES et al., 2008), constituindo a maior e mais importante clas-

se do grupo (cerca de 65 mil espécies descritas). Seus membros ocorrem em quase todos os lugares, muitas vezes em números consideráveis (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011).

Ordem Araneae

Araneae é a maior ordem de aracnídeos ocorrendo em todos os continentes exceto na Antártida (BARNES et al., 2005). As aranhas constituem um grupo grande, distinto e difuso, com mais de 38 mil espécies no mundo. A evidência mais antiga das aranhas vem de um fóssil Devoniano com mais de 380 milhões de anos de idade. As aranhas ocorrem em muitos tipos de hábitat e costumam ser muito abundantes. As características derivadas específicas que definem as aranhas incluem glândulas venenosas quelicerais, fiandeiras abdominais e modificação nos pedipalpos masculinos em órgãos de transferência de esperma (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011).

Anatomia das aranhas

O corpo de uma aranha é dividido em duas regiões, cefalotórax e abdômen (Fig. 11, mosaico 1) (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011). Nesta imagem, pode-se observar a glândula sericígena que atua na produção da teia com auxílio das fiandeiras e da glândula de veneno.

A construção das teias

A glândula de seda produz uma secreção que, ao ser puxada das fiandeiras, forma um fio de seda. Os fios de seda das aranhas conseguem esticar um quinto de seu comprimento antes de se romperem. O uso da seda mais familiar à maioria das pessoas é da teia construída para capturar insetos para alimentação da própria aranha, sendo que o tipo varia entre as espécies.

Algumas dessas teias são simples e consistem meramente em alguns fios de seda irradiando de uma toca escavada no

solo ou outro esconderijo. Outras tecem teias orbiculares, que são geométricas e muito bonitas. Entretanto, as aranhas usam fios de seda para outras finalidades além de construir teias, como revestir seus abrigos; para produzir as teias espermáticas ou as ootecas; como fio-guia; para produzir pontes ou para enrolar suas presas. Nem todas as aranhas tecem teias de captura (HICKMAN et al., 2009).

Articulações do tipo quelíceras

As quelíceras apresentam dois artículos, sendo o basal o mais protuberante, e o apical, delgado, com ápice agudo (Fig. 12, mosaico 1). Este último apresenta o canal eferente da peçonha, o qual se abre próximo ao ápice. Uma das características das aranhas peçonhentas é a maneira pela qual as quelíceras estão dispostas em relação ao eixo longitudinal do corpo (BARNES et al., 2005)

Glândulas de veneno

As quelíceras equipadas com glândulas de veneno que se abrem na ponta do aguilhão são exclusivas das aranhas. Após a captura, seja na teia ou de emboscada, a aranha pica a presa com a quelícera e injeta o veneno. As glândulas estão localizadas no segmento basal da quelícera e geralmente se estendem para dentro do cefalotórax. Na picada, o aguilhão é levantado e cravado na presa. Ao mesmo tempo, os músculos ao redor da glândula de veneno se contraem e o fluido da glândula é descarregado do duto para dentro do corpo da presa (BARNES et al., 2005).

Aranhas de importância médica no Rio Grande do Sul

Embora as picadas de aranhas sejam temidas, poucas espécies são perigosas para os humanos. No Brasil, existem três gêneros de aranhas de importância médica: *Loxosceles*, *Latro-*

dectus e Phoneutria. E duas destituídas de muita importância: *Lycosa e Mygalomorpha*.

Loxosceles

É conhecida como aranha marrom (Fig. 13, mosaico 1). Aranhas deste gênero não são agressivas e só picam quando comprimidas contra o corpo. Uma característica dessas aranhas é a construção de teias irregulares (Fig. 14, mosaico 1) atrás de quadros, móveis e cantos de parede. É comum que elas se refugiem em calçados e interior de roupas.

O loxoscelismo é a forma mais grave de acidentes com aranhas no Brasil. A ação do veneno atua sobre os constituintes das membranas das células, principalmente do endotélio vascular e hemácias. Em função disso, ocorre um intenso processo inflamatório no local da picada, acompanhado de obstrução de pequenos vasos, edema, hemorragia e necrose focal.

Latrodectus

As aranhas deste gênero são conhecidas como viúvas-negras (Fig. 15, mosaico 1); as fêmeas são pequenas e de abdômen globular, apresentando um desenho característico em forma de ampulheta.

O veneno da viúva-negra atua sobre terminações nervosas provocando um quadro doloroso no local da picada. O quadro inicia com dor local de pequena intensidade e evolui para sensação de queimadura após 15 a 60 minutos depois da picada.

Phoneutria

São conhecidas popularmente como armadeiras (Fig. 16, mosaico 1) pelo fato de apresentarem um comportamento de defesa no qual erguem as patas dianteiras e os palpos, abrindo as quelíceras e mostrando os ferrões. Essas aranhas caçam principalmente à noite e não constroem teias geométricas. Na ação do veneno da armadeira, predominam as manifestações no lo-

cal da picada, em que a dor imediata é o sintoma mais frequente. A intensidade desta dor varia. Ainda outras manifestações são observadas como: edema, eritema, sudorese no local da picada, onde podem ser visualizadas as marcas de dois pontos de inoculação.

Lycosa

Apesar de não serem frequentes os acidentes com as aranhas de jardim (Fig. 17, mosaico 1), não constituem grave problema de saúde pública. Elas não constroem teias e são encontradas nos gramados e jardins. Podemos identificá-las através de uma seta na parte superior do seu abdômen.

Mygalomorphae

As caranguejeiras (Fig. 18, mosaico 1) apresentam uma grande variedade de colorido e de tamanho. Os acidentes com estas aranhas são destituídos de maior importância, sendo conhecida a irritação na pele e mucosas causadas por pelos urticantes que elas liberam como defesa.

Prevenção de acidentes com aranhas

De acordo com Funasa (2001), alguns cuidados podem ser tomados a fim de reduzir os riscos de acidentes com aranhas:

- Manter jardins e quintais limpos, evitando o acúmulo de entulhos, folhas secas, lixos doméstico, material de construção nas proximidades das casas;
- Evitar folhagens densas (plantas ornamentais, trepadeiras, arbusto, bananeiras e outras) junto a paredes e muros das casas, mantendo a grama aparada;
- Limpar periodicamente os terrenos baldios vizinhos, pelo menos, numa faixa de um a dois metros junto das casas;

- Sacudir roupas e sapatos antes de usá-los, pois as aranhas e escorpiões podem se esconder neles e picam ao serem comprimidos contra o corpo;
- Não colocar as mãos em buracos, sob pedras e troncos podres;
- Usar calçados e luvas de raspa de couro pode evitar acidentes;
- Usar telas em ralos do chão, pias e tanques;
- Combater a proliferação de insetos, que servem de alimento para as aranhas;
- Vedar frestas e buracos em paredes, assoalhos e vãos, colocar telas nas janelas e;
- Afastar as camas das paredes, examinar roupas e calçados antes de usá-los.

Ordem Scorpionida

É um grupo presente no ambiente terrestre; seus representantes apresentam hábitos noturnos e, durante o dia, permanecem escondidos. Podem ser arborícolas, sendo encontrados em folhas de palmeiras, em bromélias ou em locais extremamente secos e áridos (COSTA & ROCHA, 2006). Muitas espécies vivem em áreas urbanas, onde encontram abrigo dentro ou próximo das casas, bem como alimentação farta (BRASIL, 2012). Durante o dia ficam descansando embaixo de pedras, telhas, madeiras e troncos em decomposição (CIT). Estes animais podem sobreviver vários meses sem alimento e mesmo sem água, o que torna seu combate muito difícil.

Anatomia dos escorpiões

O corpo dos escorpiões (Fig. 19, mosaico 1) inclui um cefalotórax bem curto com quelíceras, pedipalpos, pernas, um par de olhos medianos grandes, e de dois a cinco pares de olhos

laterais pequenos; um pré-abdome (mesossomo) de sete segmentos; e um pós-abdome (metassomo) longo e delgado, de cinco segmentos, que termina em um aguilhão (Fig. 20, mosaico 1). Possuem quelíceras pequenas, e os pedipalpos são grandes, quelados (terminando em forma de pinça); e os quatro pares de pernas locomotoras são longos e com oito artículos. Na face ventral do abdome estão os pentes (pécten), que têm como função ser órgão tátil para explorar o chão e reconhecimento sexual. O aguilhão do último segmento consiste em uma base bulbosa com uma ponta curva que injeta o veneno (HICKMAN et al., 2016).

Alimentação e veneno dos escorpiões

Alimentam-se de insetos como baratas e grilos.

O veneno dos escorpiões tem sido amplamente estudado, assim como sua ação no humano. É uma mistura química complexa que destrói as células quando as penetra. Porém, a toxicidade dos venenos varia de gênero para gênero e de espécie para espécie (MARTINS, 2008). Mesmo assim, a maioria das espécies não é capaz de causar óbito ao ser humano, a não ser que o acidente ocorra com crianças, idosos ou pessoas com a saúde debilitada.

Reprodução dos escorpiões

A maioria das espécies é ovovivípara, ou seja, os filhotes se desenvolvem dentro da fêmea (os ovos que lá eclodem), mas algumas são vivíparas (possuem uma espécie de membrana equivalente a uma placenta). No parto, a fêmea eleva o corpo e faz um “cesto” com as pernas dianteiras, apoiando-se nas posteriores. Os filhotes recém-nascidos sobem no dorso da mãe através do “cesto” (Fig. 21, mosaico 1) e ali permanecem por alguns dias quando, então, realizam a primeira troca de pele. Após alguns dias, largam o dorso da mãe e passam a ser independentes (BRASIL, 2009).

Escorpiões de importância médica no Rio Grande do Sul

Existem 1.600 espécies conhecidas no mundo; dessas cerca de 25 são consideradas de interesse em saúde. No Brasil, existem aproximadamente 160 espécies de escorpiões; o gênero *Tityus* é responsável pelos acidentes mais graves, tendo como característica, entre outras, a presença de um espinho sob o ferrão (BRASIL, 2009). A seguir estão especificados os principais escorpiões de importância médica no Rio Grande do Sul.

Escorpião preto (*Bothriurus spp.*)

O escorpião preto (Fig. 22, mosaico 1) é comum no Rio Grande do Sul. Possui entre 2,7 a 3,6 cm de comprimento, coloração geralmente marrom escura e aparência “vernizada”, não possuindo espinho sobre o ferrão (CIT/SC). Seu veneno é pouco tóxico, o que o faz um animal inofensivo, não oferecendo perigo algum; por isso, é uma espécie apenas controlada para a preservação. Pode causar dor no local da picada e reações alérgicas.

Escorpião amarelo ou escorpião manchado (*Tityus costatus*)

Tityus costatus (Fig. 23, mosaico 1) não é tão comum quanto o escorpião preto, mas também ocorre no Rio Grande do Sul. Apresenta o corpo escuro, sendo que a cauda e as patas são manchadas de marrom com amarelo (CIT-RS, 2012). As espécies encontradas na Região Sul apresentam uma coloração mais escura, presença de três faixas longitudinais na face dorsal do tronco e possuem um espinho sob o ferrão (BRASIL, 2009). Dados publicados pela CIT em 2010 indicam que ocorreram 45 casos com essa espécie, sendo 37 em pessoas com faixa etária a partir dos 19 anos de idade. O acidente com *T. costatus* pode ser de grau leve, moderado ou grave, conforme o quadro a seguir:

Quadro 6: Manifestações clínicas após acidente com escorpião

LEVES	Apresentam apenas dor no local da picada e, às vezes, parestesias.
MODERADOS	Caracterizam-se por dor intensa no local da picada e manifestações sistêmicas do tipo sudorese discreta, náuseas, vômitos ocasionais, taquicardia, taquipneia e hipertensão leve.
GRAVES	Além dos sinais e sintomas já mencionados, apresentam uma ou mais manifestações como sudorese profusa, vômitos incoercíveis, salivação excessiva, alternância de agitação com prostração, bradicardia, insuficiência cardíaca, edema pulmonar, choque, convulsões e coma. Os óbitos estão relacionados a complicações como edema pulmonar agudo.

Fonte: Adaptado de FUNASA

Escorpião amarelo (*Tityus serrulatus*)

O escorpião amarelo apresenta tronco de coloração castanha com as patas e a cauda amarelas (Fig. 24, mosaico 1). Não é comum no Rio Grande do Sul, mas tem se dispersado com carregamentos de materiais (frutas, madeiras, entre outras) vindos de outros estados (CIT-RS, 2012). Mede de 5,5cm a 7cm. Seu nome científico é devido à serrilha que apresenta, localizada na parte dorsal do 3° e 4° segmentos da cauda. Uma curiosidade é que esta espécie não possui machos, sendo que a reprodução acontece apenas por partenogênese (CIT-SC, 2012).

Medidas de prevenção

De acordo com a EMBRAPA (2005), existem algumas medidas preventivas contra acidentes com escorpiões:

- Usar calçados e luvas nas atividades rurais e de jardinagem;
- Examinar e sacudir calçados e roupas pessoais de cama e banho antes de usá-los;
- Afastar camas das paredes e evitar pendurar roupas fora de armários;
- Não acumular lixo orgânico, entulhos e materiais de construção;
- Limpar o domicílio, observando atrás de móveis, cortinas e quadros;
- Vedar frestas e buracos em paredes, assoalhos, forros e rodapés;
- Utilizar vedantes em portas, janelas e ralos;
- Aparar gramas e limpar locais próximos das casas, evitando acúmulo de folhagens;
- Manter o lixo em sacos plásticos bem fechados para não atrair baratas e moscas, principal item alimentar desses animais;
- Efetuar dedetizações periódicas.

Cuidados em caso de acidente, conforme Centro de Informações Toxicológicas do Estado de Santa Catarina (CIT/SC)

Não amarrar ou fazer torniquete, cortar, perfurar, queimar ou aplicar nenhum tipo de substâncias sobre o local da picada;

Não dar bebidas alcoólicas ao acidentado ou aplicar outros líquidos como álcool, gasolina, querosene, etc.;

Compressas com gelo ou água gelada costumam acentuar a sensação dolorosa, não sendo, portanto, indicadas;

Não dar antiveneno sem indicação médica. Qualquer outra medida ou procedimento local está contraindicado.

Ordem Lepidoptera

Pertencentes ao Filo Artrópode, Classe Insecta.

Erucismo é o termo utilizado para acidentes causados pelos insetos pertencentes à ordem Lepidóptera. Resulta do contato da pele com lagartas urticantes, sendo, em geral, de curso agudo e evolução benigna, com exceção da lagarta *Lonomia obliqua* (FUNASA, 2001), que vamos especificar melhor abaixo.

Lagarta (*Lonomia obliqua*)

Lonomia obliqua (Fig. 25, mosaico 1) é um inseto que tem espinhos urticantes na fase larval com uma toxina de efeitos hemorrágicos em seres humanos (LORINI et al., 2004).

São comuns no verão, sendo encontrados geralmente em árvores frutíferas e em colônias (Fig. 36, mosaico 1). O acidente com essa lagarta gera uma espécie de queimadura na área de contato, com febre, dor de cabeça, ânsia de vômito, dor e irritação no local. Também ocasiona edema e eritema (Fig. 27a, mosaico 1) além de gengivorragia (Fig. 27b, mosaico 1).

São marrom-esverdeadas, possuem cerdas verdes ao longo do corpo, medem de 6 a 7 cm de comprimento, tendo o corpo marrom e espinhos em torno do seu corpo (CIT/SC, 2012).

Alimentam-se de folhas, principalmente de árvores frutíferas e arbustos.

Nem todas as lagartas possuem veneno. O contato com as lagartas causa queimadura e dor, não havendo lesões mais graves, exceto quando o acidente ocorre com *Lonomia obliqua* (Quadro 7), a qual pode causar um quadro hemorrágico (CIT/SC 2012).

Medidas de prevenção

De acordo com a Secretaria de Saúde (PR) existem algumas medidas que podem prevenir acidentes com lagartas:

- Prestar atenção nos troncos das árvores e na grama ao redor;
- Observar se as folhas das árvores estão roídas;
- Observar se existem pupas ou fezes no chão;
- Utilizar camisas de mangas longas e calças nas atividades rurais.

Sintomas do contato com *Lonomia obliqua*

Quadro 7 – Manifestações clínicas após acidente com *Lonomia obliqua*

Quadro clínico	Manifestações locais	Manifestações sistêmicas	Alterações laboratoriais	Tratamento complementar
LEVE	– Dor imediata – Sensação de queimadura – Edema local	– Sem alteração do estado geral	Tempo de coagulação e fibrinogênio normais	Entrar em contato com CCE/CIT Controle do TC a cada 24 horas
MODERADO	– Dor imediata – Sensação de queimadura – Edema local	– Náusea, vômito, mal-estar, febre – Sangramento de pele e mucosas – Sem risco de vida	Tempo de coagulação e fibrinogênio alterados	Entrar em contato com CCE/CIT Controle do TC a cada 24 horas
GRAVE	– Dor imediata – Sensação de queimadura – Edema local	– Sangramento visceral (melena, hemorragia intracraniana e outros) – Risco de vida	Tempo de coagulação, hemograma, fibrinogênio alterados, ureia e creatina alterados	Entrar em contato com CCE/CIT Controle do TC a cada 24 horas
TC – Tempo de coagulação CCE – Centro de controle de envenenamento				

Fonte: Secretaria de Saúde do Paraná

Ordem himenóptera

Pertencente ao Filo Artrópode, Classe Insecta, a Ordem Himenóptera representa a terceira mais abundante; são os únicos insetos que possuem ferrões verdadeiros. É uma grande e variada ordem de insetos, todos com peças bucais mastigado-

ras, mas também modificadas para beber ou sugar em algumas formas (RUPPERT, 2005). Apresentam dois pares de asas membranosas transparentes, presentes na maioria das espécies.

A ordem Himenóptera, de acordo com FUNASA (2001), divide-se em duas subordens: Symphyta, onde predominam as espécies filófagas que apresentam abdômen aderente ao tórax, e Apocrita, onde a maioria das espécies é entomófaga, e os adultos apresentam o abdome separado do tórax por uma forte constrição. A subordem Apocrita se divide em Terebrantia, que possui ovipositor, e Aculeata, com acúleo ou ferrão. O número de espécies conhecidas de Aculeata é de aproximadamente 50 mil, das quais 10 a 15 mil são formigas (superfamília Formicoidea), 10 mil de espécies de abelhas (superfamília Apoidea) e 20 a 25 mil de vespas (superfamílias Bethyloidea, Scilioidea, Pompiloidea, Sphecoidea e Vespoidea).

Importância médica

Os himenópteros são bastante úteis na polinização, na produção de mel e outros produtos e como controladores biológicos. Porém, estes insetos apresentam um problema que são as ferroadas que acontecem quando se sentem ameaçados.

De acordo com o Ministério da Saúde (2001), existem três famílias de Himenópteros de importância médica: Apidae (abelhas e mamangavas), Vespidae (vespa amarela, vespão e marimbondo) e Formicidae (formigas).

Acidentes por abelhas

As abelhas e vespas apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome, e as abelhas possuem pelos ramificados ou plumosos, principalmente na região da cabeça e tórax. Estes animais também apresentam o ferrão, que se apresenta dividido em duas partes: uma formada por uma estrutura muscular e quitinosa, responsável pela introdução do ferrão e do

veneno, e outra parte glandular, que secreta e armazena o veneno (RUPPERT, 2005). A glândula de veneno pode apresentar muitas variações, mas geralmente é constituída por dois filamentos excretores, um reservatório de veneno e um canal que liga o reservatório ao ferrão.

Os acidentes ocorrem devido à presença do agulhão com glândula de veneno, que, quando introduzido na pele, libera uma substância tóxica (Fig. 29, mosaico 1).

O veneno é uma substância química complexa formada por água, aminoácidos, açúcares, histamina, entre outros componentes que apresentam atividades farmacológicas e alérgicas.

De acordo com Brasil (2012), os fatores alergênicos são enzimas como fosfolipases, hialuronidases, lipases e fosfotases, proteínas antigênicas que, inoculadas durante a ferroada, iniciam respostas imunes responsáveis pela hipersensibilidade de alguns indivíduos e pelo início da reação alérgica.

As reações causadas pela ferroada das abelhas são variáveis, de acordo com o local e o número de ferroadas. Também pode variar pelas características e o passado alérgico do indivíduo atingido, podendo ser alérgicas, com uma só picada, e tóxicas, o que acontece com múltiplas picadas.

Os sintomas são descritos pelo Ministério da Saúde (2001), o qual diz que, após uma ferroada, as reações locais são de dor no local, que tende a desaparecer espontaneamente, deixando vermelhidão (Fig. 30, mosaico 1), prurido e edema por várias horas ou até dias.

Já as reações regionais são de início lento. Além do eritema e prurido, o edema flogístico evolui para endureção local que aumenta de tamanho nas primeiras 24 a 48 horas, diminuindo gradativamente nos dias subsequentes. Elas podem ser tão exuberantes a ponto de limitarem a mobilidade do membro.

Como sintomas rápidos (dois a três minutos após a picada), surgem manifestações clássicas à anafilaxia. Além das reações locais, podem estar presentes sintomas gerais como cefa-

leia, vertigens, calafrios, agitação psicomotora, sensação de opressão torácica e outros sintomas e sinais.

Há ainda raros casos de reações alérgicas que ocorrem vários dias após a picada e se manifestaram pela presença de artralgias, febre e encefalite.

Nos casos de ataques de múltiplas picadas de abelhas, desenvolve-se um quadro tóxico generalizado denominado de síndrome de envenenamento, por causa de quantidade de veneno inoculada. Além das manifestações já descritas, há dados indicativos de hemólise intravascular e rabdomiólise. Alterações neurológicas como torpor e coma, hipotensão arterial, oligúria/anúria e insuficiência renal aguda podem ocorrer.

As reações de hipersensibilidade podem ser desencadeadas por uma única picada e levar o acidentado à morte, em virtude de edema de glote ou choque anafilático.

Acidente por vespas

As vespas são também conhecidas como marimbondos ou cabas (Fig. 31, mosaico 1). Elas se diferem por apresentarem o abdome mais afilado e, entre o tórax e o abdome, uma estrutura relativamente alongada, chamada pedicelo e popularmente conhecida como “cintura”.

A composição de seu veneno é pouco conhecida. Seus princípios alérgicos apresentam reações parecidas com as causadas pelas abelhas e também produzem fenômenos de hipersensibilidade.

Porém, ao contrário das abelhas, as vespas não deixam o ferrão no local da picada. Os efeitos locais e sistêmicos do veneno são semelhantes aos causados pelas abelhas, porém menos intensos, e podem necessitar esquemas terapêuticos idênticos.

Acidentes por formigas

Formigas são insetos sociais pertencentes à ordem Hymenoptera, superfamília Formicoidea. De interesse médico são

as formigas da subfamília Myrmicinae, como as formigas-de-fogo ou lava-pés (gênero *Solenopsis*) e as formigas saúvas (gênero *Atta*).

Formigas-de-fogo (*Solenopsis spp.*) (Fig. 32, mosaico 1): tornam-se agressivas e atacam em grande número se o formigueiro for perturbado. Segundo Brasil (2001), a ferroada é extremamente dolorosa, e uma formiga é capaz de ferroadar 10 a 12 vezes, fixando suas mandíbulas na pele e ferroadando repetidamente em torno desse eixo, o que leva a uma pequena lesão dupla no centro de várias lesões pustulosas.

Formiga saúva (*Atta spp.*): São comuns em todo o Brasil; estas formigas (Fig. 33, mosaico 1) podem produzir cortes na pele humana com as potentes mandíbulas (FUNDACENTRO, 2001). O veneno da formiga lava-pés (gênero *Solenopsis*) é produzido em uma glândula conectada ao ferrão e cerca de 90% é constituído de alcaloides oleosos, onde a fração mais importante é a *Solenopsin A*, de efeito citotóxico. Menos de 10% do veneno tem constituição proteica, com pouco efeito local, mas é capaz de provocar reações alérgicas em determinados indivíduos. A morte celular provocada pelo veneno promove diapedese de neutrófilos no ponto de ferroada.

Na maioria das pessoas conforme Brasil (2001), ocorre apenas dor, inchaço, vermelhidão e coceira no local da ferroada. Em menos de 1% dos casos podem ocorrer reações alérgicas que surgem após o acidente; neste caso podem ocorrer obstrução das vias aéreas e choque anafilático, levando a pessoa à morte, mesmo com uma ferroada. De acordo com dados de Brasil (2001), nos acidentes por múltiplas ferroadas, desenvolve-se um quadro tóxico generalizado denominado síndrome de envenenamento, com aumento das batidas do coração e da pressão sanguínea, distúrbio da coagulação e alteração cardíaca.

Acidentes com lacraias

Lacraias (*Scolopendra spp.*)

Os insetos, lacraias e piolho-de-cobra, juntamente com seus parentes menos conhecidos, formam um táxon denominado tracheata, que junto com arachnida é um dos maiores táxons de artrópodes terrestres (RUPPERT, 2005).

As lacraias (Fig. 34, mosaico 1) pertencentes à classe Chilopoda apresentam um corpo constituído por uma cabeça e um tronco alongado que contém muitos segmentos portadores de pernas, mas o tronco não está dividido em tórax e abdômen. Na cabeça existe um par de antenas.

A lacraia possui veneno, o qual utiliza para paralisar a presa. Alguns gêneros de lacraias costumam ocasionar acidentes com maior frequência no homem (ENCOP, 2012). Possuem dois ferrões na parte debaixo da cabeça com os quais inoculam o seu veneno. A picada pode causar dor e vermelhidão no local (INSTITUTO BUTANTAN, 2018).

Estão distribuídos por todo o mundo nas regiões temperadas e tropicais, vivendo embaixo de pedras, cascas de árvore e troncos.

Nas áreas urbanas, as lacraias são encontradas normalmente em jardins, sob matéria orgânica acumulada (folhas, cascas de árvore), sempre em locais úmidos. Ocasionalmente podem ser encontradas dentro da residência (ENCOP, 2012).

Medidas preventivas

De acordo com o Ministério da Saúde (2001), existem algumas medidas básicas para a prevenção de acidentes com lacraias:

- Limpar os ralos semanalmente com creolina e água quente, e mantê-los fechados quando não em uso;

- Limpar e manter fechadas as caixas de gordura e os esgotos;
- Jardins devem ser limpos, a grama aparada e as plantas ornamentais e trepadeiras devem ser afastadas das casas e podadas para que os galhos não toquem o chão;
- Porões, garagens e quintais não devem servir de depósito para objetos fora de uso que possam servir de esconderijo para as lacraias;
- Os muros e calçamentos devem ser cuidados para que não apresentem frestas onde a umidade se acumule e os animais possam se esconder.

Importância médica

O último par de patas não serve para locomoção, mas sim como órgão sensorial para captura de alimentos; quando esse órgão toca a presa, ela injeta o veneno que paralisará ou matará a presa. O veneno das lacraias é pouco tóxico para o homem.

Os sintomas são dor forte e inchaço no local da picada, ocorrendo eritema e edema no local. Em um pequeno número de casos, há referência a cefaleia, mal-estar, ansiedade e vertigens.

Mosaico 1

1



2



3



4



5



6



7



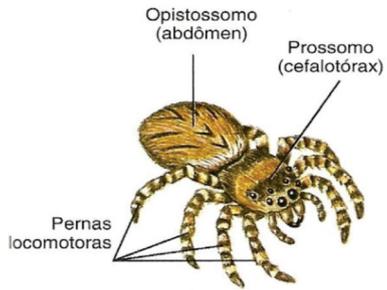
8



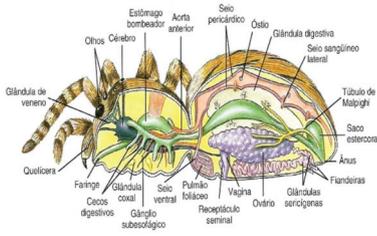
9



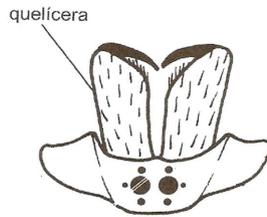
10



11



12



13



14



15



16



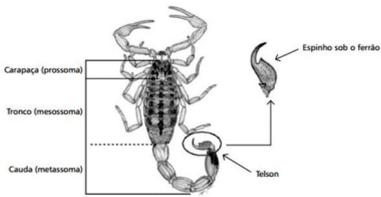
17



18



19



20



21



22



23



24



25



26



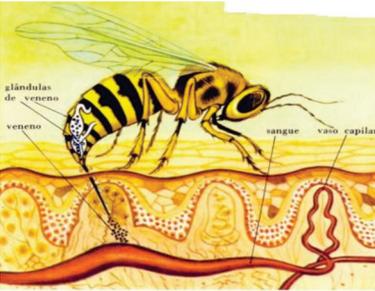
27



28



29



30



31



32



33



34



Figura 1: Espécies de serpentes peçonhentas encontradas no Rio Grande do Sul. (a) cruzeira (*Bothrops alternatus*); (b) jararaca pintada (*Bothrops neuwiedi*) (2012); (c) jararaca (*Bothrops jararaca*) (2009); (d) coral verdadeira; (e) cascavel (*Crotalus durissus*). Fonte: Lauren Rumpel Teixeira (2017), Sergio Morato (2018), Sergio Morato (2018), CIT-RS (2018), Fabio José Lovat (2010).

Figura 2: Cascavel (*Crotalus durissus*). Fonte: Fabio José Lovat (2010).

Figura 3: Cruzeira (*Bothrops alternatus*). Foto: Lauren Rumpel Teixeira (2017).

Figura 4: Jararaca pintada (*Bothrops neuwiedi*). Fonte: Sergio Morato (2003).

Figura 5: Jararaca (*Bothrops jararaca*). Fonte: Sergio Morato (2017).

Figura 6: Coral verdadeira (*Micrurus frontalis*). Fonte: Sergio Morato (2012).

Figura 7: “Urina cor de coca-cola”, escurecimento gradual, conforme tempo da picada. Fonte: (MS & FUNASA, 2001).

Figura 8: Processo de produção do soro antiofídico. Fonte: <https://megaarquivo.wordpress.com/2017/01/13/13-062-toxicologia-como-e-feito-e-como-age-o-soro-antiofídico>.

Figura 9: Cobra-cipó (*Philodryas olfersii*). Fonte: Márcio Borges-Martins.

Figura 10: Divisão do corpo de um quelicerado. Fonte: <https://image3.slideserve.com/7052185/slide7-n.jpg>.

Figura 11: Anatomia interna de uma aranha. Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/338639/1/images/10/Anatomia+interna.jpg>.

Figura 12: Quelíceras. Fonte: Google Imagens.

Figura 13: Aranha-marron (*Loxosceles sp.*). Fonte: https://www.bing.com/th?id=OIP.2rhxp2vbSalQ_D2YETr_BwHaE7&w=300&h=199&c=7&o=5&dpr=1.090909E%2b16&pid=1.7.

Figura 14: Teia “irregular” de *Loxosceles sp.* Fonte: Google Imagens.

Figura 15: *Latrodectus sp.* Fonte: Google Imagens

Figura 16: Armadeira (*Phoneutria sp.*). Fonte: <http://www.dddrin.com.br/wp-content/uploads/2014/08/aranha-armadeira-phoneutria.jpg>.

Figura 17: Aranha de Jardim (*Lycosa sp.*). Fonte: http://2.bp.blogspot.com/-lZU2Z-fC-go/T_2scjFp5uI/AAAAAAAAAGo/ysSgp2bxUUM/s1600/lycosa-1.jpg.

Figura 18: Caranguejeira (*Mygalomorpha sp.*). Fonte: Google Imagens.

Figura 19: Morfologia externa do escorpião. Fonte: Brasil. 2009.

Figura 20: Aguilhão do gênero *Tityus* e *Bothriurus*. Fonte: CIT SC-2012.

Figura 21: “Cesto” de *Tityus costatus* onde os filhotes permanecem. Fonte: CIT/SC-2018.

Figura 22: Escorpião preto (*Bothriurus bonariensis*). Fonte: CIT/SC 2018.

Figura 23: Escorpião amarelo ou escorpião-manchado (*Tityus costatus*). Fonte: CIT/RS-2018.

Figura 24: Escorpião amarelo (*Tityus serrulaus*). Fonte: CIT/RS-2018.

Figura 25: Taturana (*Lonomia obliqua*). Fonte: Butantan – 2018.

Figura 26: Colônia de Taturana (*Lonomia obliqua*). Fonte: CIT-SC – 2018.

Figura 27: Acidente com *Lonomia obliqua*. A) edema e eritema. B) gengivorragia.

Figura 28: Morfologia da abelha – Fonte: <http://www.saudeanimal.com.br/abelha6.htm>.

Figura 29: Introdução do ferrão – Fonte: <http://www.ninha.bio.br/biologia/insetos.html>.

Figura 30: Reação no local da ferroada – Fonte: <http://www.sempretops.com/wp-content/uploads/abelha-1.jpg>.

Figura 31: Vespa – Fonte: Bella – <https://pixabay.com/pt/vespas-campo-vespa-inseto-711689/>

Figura 32: Solenopsis spp. – Fonte: <http://etologiabrasil.blogspot.com.br/2009/05/o-sono-das-formigas-de-fogo.html>.

Figura 33: Atta spp. – Fonte: <http://dibjr.wordpress.com/2011/02/12/estamos-nesta-situacao/formiga-saúva>.

Figura 34: Lacraia – Fonte: <http://www.vitalbrazil.rj.gov.br>.

Fotos da capa:

1. Cruzeiro – Fonte: Lauren Rumpel Teixeira (2017).
2. Armadeira – Fonte: Centro de Informações Toxicológicas (CIT) – SC-2018.
3. Escorpião – Fonte: Centro de Informações Toxicológicas (CIT) – SC-2018.

Referências

- ANTUNES, H. G. Ofídios: terror sem patas. *BioData*. 2005. Disponível em: <http://www.geocities.ws/rsn_biodata/Data/Artigo_8.html>. Acesso em: 05 ago. 2012.
- BARNES, R. D.; FOX, R. S.; RUPPERT, E. E. *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional – evolutiva*. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.
- BARNES, R. S. K. et al. *Os invertebrados uma síntese*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES TÓXICO-FARMACOLÓGICAS. Casos registrados de intoxicação e/ou envenenamento por serpentes. BRASIL, 2009. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/sinitox_novo/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=366>. Acesso em: 01 ago. 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em saúde. Departamento de Vigilância epidemiológica. Manual de controle de escorpiões. Brasília: Ministério da saúde, 2009. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_escorpioes_web.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2012.
- BRASIL. Ministério do trabalho e emprego. FUNDACENTRO. Prevenção de acidentes com animais peçonhentos. São Paulo, 2001.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Biblioteca virtual em saúde. Picadas de insetos e animais peçonhentos – parte 1. 2010. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/dicas/221_picadas_insetos.html>. Acesso em: 09 ago. 2012.
- BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidóptera. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M. *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*, 5: Invertebrados Terrestres / C. Roberto F. Brandão; Eliana Marques Cancello – São Paulo: FAPESP, 1999.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- CAMARGO, A. *Aproveitamento das Inovações Farmacêuticas no Brasil*. 2001. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/farmacos/farma15.htm>>. Acesso em: 06 ago.

CASCELLI, M. *Serpentes peçonhentas do Brasil*. 2012. Disponível em: <<http://sobrevivencia-muriae.blogspot.com.br/2012/03/serpentes-peconhentas-do-brasil.html>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

COBRAS BRASILEIRAS. *Tratamento de acidentes por Himenópteros*. Disponível em: <<http://www.cobrasbrasileiras.com.br/index.html>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

CIT-RS. Centro de Informações Toxicológicas. Porto Alegre, RS. 2012. Disponível em: <<http://www.cit.rs.gov.br/>>. Acesso em: 2 ago. 2012.

CIT-SC. Centro de Informações Toxicológicas. Florianópolis, SC. 2012. Disponível em: <<http://www.cit.sc.gov.br/>>. Acesso em: 2 ago. 2012.

DORNELLES, F. Prevenção de acidentes com animais peçonhentos. FUNDACENTRO, 2001. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO/1/Preven%C3%A7%C3%A3o%20de%20Acidentes%20com%20Animais%20Pe%C3%A7onhentos.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2012.

DUARTE, A. C. et al. Insuficiência renal aguda por acidentes com lagartas. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*. 1990 in: ABELLA, H. B.; MARQUES, M da G. B.; SILVA, K. R. L. M.; ROSSONI, M. G.; TORRES, J. B. Acidentes com lagartas do gênero *Lonomia* registrados no Centro de Informação Toxicológica do Rio Grande do Sul no período 1997 a 2005. CIT-RS. 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/folders/2005/escorpioes.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2012.

ENCOP. Controle de pragas. 2012. Disponível em: <http://www.encoppragas.com.br/lacraia_35.html>. Acesso em: ago. 2012.

ESQUINA, K. Ofídios: acidentes, prevenção e primeiros socorros. 2011. Disponível em: <<http://karinesquina.blogspot.com.br/2011/02/ofidios-acidentes-prevencao-e-primeiro.html>>. Acesso em: 05 ago. 2012.

FUNASA. Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos. 2. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Secretaria da Saúde. Acidente por outros animais peçonhentos e venenosos. Disponível em:

<<http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=400>>. Acesso em: 09 ago. 2012.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. Princípios integrados de zoologia. [Tradução Antonio Carlos Marques et al. Revisão técnica: Antonio Carlos Marques et al.], Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J.; LARSON, A.; I'ANSON, H. Princípios integrados de zoologia. [revisão técnica Cecília Bueno]. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HILDEBRAND, M. Análise da estrutura dos vertebrados. 2. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2006.

INSTITUTO BUTANTAN. Acidentes com Animais Peçonhentos. São Paulo, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos. 2. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001. 120 p.

JORNAL AMBIENTE BRASIL. Apitoxina – Veneno de Abelha: O veneno da abelha (*Apis sp*) é, paradoxalmente, um consagrado medicamento contra diversos distúrbios e problemas. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/abelhas/apitoxina_-_veneno_de_abelha.html>. Acesso em: 10 ago. 2012.

LORINI, L. M.; REBELATO, G. S.; BONATTI, J. Parâmetros reprodutivos de *Lonomia obliqua* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae) em laboratório. *Braz arco. biol. tecnologia*. v. 47, n. 4, Curitiba. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151689132004000400011&script=sci_arttext>. Acesso em: 09 ago. 2012.

LOURENÇO, W. R.; YTHIER, E.; JOHN, L. Cloudsley-Thompson. Parthenogenesis in *Hottentotta Cabo-verdensis* Lourenço & Ythier, 2006 (scorpiones, buthidae) From the Cape Verde Islands. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n1 41 2007. Disponível em: <<http://eycb.pagesperso-orange.fr/scorpions/Parthe%20H%20cabo-verdensis2007.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

MARTINS, M. R.; RAFAINE, D.; NEVES, M. F.; SACCO, S. R. Escorpiões: biologia e acidentes. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. N. 10, 2008. Disponível em: <<http://>

www.revista.inf.br/veterinaria10/revisao/edic-vi-n10-RL40.pdf>.
Acesso em: 02 ago. 2012.

MORAES, P. L. Ordem Squamata. 2012. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/biologia/ordem-squamata.htm>>.
Acesso em: 06 ago. 2012.

ORR, R.T. 1986. Biologia dos vertebrados. 5. ed. São Paulo: Roca, 508p.
POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. A Vida dos Vertebrados. 4. ed. São Paulo: Atheneus Editora, 2008.

REECE, J. B.; CAIN, M. L.; URRY, L. Biologia de Campbell. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M da. Invertebrados: manual de aulas práticas. Ribeirão Preto: Jolos, 2006.

RUPPERT, E. E. Zoologia dos Invertebrados: Uma abordagem funcional-evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca. 2005.

Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. *Acidentes por Animais Peçonhentos: Acidentes ofídicos*. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/gve_7ed_web_atual_aap.pdf>.
Acesso em: 06 ago. 2012.

SILVA, S. T.; TIBURCIO, I. C. S.; CORREIA, G. Q. C.; AQUINO, R. C. T. *Escorpiões, Aranhas e Serpentes: aspectos gerais e espécies de interesse médico no Estado de Alagoas*. Maceió: UFAL, 2005. 54 p.
SOUZA, C. S. A.; NUNES, R. O. *Epidemiologia dos acidentes ofídicos no município de Rolim de Moura, Rondônia*. 2007. Disponível em: <<http://www.facimed.edu.br/site/revista/pdfs/9fdbd7663aebbf66d048fd14d2b6dd23.pdf?PHPSESSID=1a152245e6afd132664d0f565070348c>>.
Acesso em: 06 ago. 2012.

TEIXEIRA, R. M. *Viva Terra – Sociedade de Defesa, Pesquisa e Educação Ambiental*. 2002. Disponível em: <<http://www.vivaterra.org.br/index.htm>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N. F. *Estudos dos Insetos*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WEN, F. H.; MALAQUE, C. S. A.; FRANCO, M. M. Acidentes com Animais Peçonhentos, n. 9. Instituto Butantan. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/perfil/cidadao/temas-de-saude/animais_peconhentos.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2012.



CAPÍTULO II

Manual de Botânica

*Cristianline dos Santos Nunes
Gabriela Lanes de Almeida
Leonardo Peres Severo
Mauricio André Morales Garcia
Paola Zuquette Flôres
Valquiria Simon
Simone Medianeira Franzin*

Apresentação

Sobre o capítulo

O capítulo “Manual de Botânica” foi elaborado pelos acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e integrantes do Programa de Educação Tutorial (PET) Biologia do Instituto Federal Farroupilha – Câmpus São Vicente do Sul/RS, a fim de divulgar informações sobre a Botânica de forma a contribuir com a aprendizagem de alunos, em especial os de Ensino Médio

Resgate histórico geral da Botânica

A Botânica é uma ciência muito antiga, tão antiga quanto a própria humanidade; é claro que não como uma ciência sistematizada, mas antes em forma de observações acumuladas sobre a aparência de certas plantas e os efeitos que exercem sobre o organismo, seja do homem ou do animal; este conhecimento era adquirido e transmitido de geração para geração.

Conforme se começou a acumular grande quantidade de conhecimento empírico, houve a necessidade de organizar este conhecimento para que pudesse ser passado às gerações futuras. Desta forma, surgiram as primeiras anotações sobre vegetais, que são encontradas nos escritos da antiguidade.

As minuciosas descrições das plantas e suas virtudes são encontradas nos livros dos templos egípcios: no livro dos mortos, em forma de receitas para embalsamamento de cadáveres, e no livro dos vivos, a descrição de propriedade e emprego de plantas para o tratamento de várias doenças. No talmude hebraico existe uma extensa divisão dedicada ao estudo de plantas e suas propriedades, uso e cultura. Os índios e outros povos primitivos possuem um vasto conhecimento sobre plantas e seu emprego. Muitos segredos dos indígenas até agora nos são desconhecidos; um deles é a composição do curare para envenenamento de flechas.

CURARE – é um nome comum a vários compostos orgânicos venenosos conhecidos como venenos de flecha, extraídos das plantas da América do Sul. Possuem intensa e letal ação paralisante, embora sejam utilizados medicinalmente.

Nas épocas mais remotas da história europeia, os gregos foram os que deixaram anotadas as observações que podem ser consideradas o início da ciência que temos nos dias de hoje. É possível perceber isto através da observação da própria palavra Botânica, originada da palavra grega *botané*, que quer dizer pasto, planta. Foram também os gregos que fizeram a primeira tentativa de sistematizar o material empírico acumulado, baseando-se nas características que mais se destacavam. Assim, o primeiro sistema que conhecemos, criado por Aristóteles e Teofrasto (384-284 a.C.) e aceito por Dioscrides e Plínio (1º século d.C.), dividia o reino vegetal em árvores, arbustos e ervas, distinguindo formas caducifólias e sempre verdes. Esta classificação ficou em uso durante a maior parte da Idade Média. Quando os europeus entraram em contato com a ciência oriental durante a invasão árabe, do século IX ao XII, adquiriram conhecimentos sobre plantas desconhecidas na época.

Posteriormente, as coleções já existentes na Europa foram também enriquecidas. Mas muito material até então desconhecido invadiu a Europa em consequência destas grandes descobertas. Então, a partir do século XV, surgiu a necessidade de dispor este material acumulado em ordem. Também em relação aos conhecimentos esparsos e frequentemente apócrifos isso se tornou extremamente necessário e inadiável.

APÓCRIFOS – sem autoria conhecida.

Foi nesta tentativa que se criou o tão conhecido “Livro das Ervas”, “Hervanário” com listas de descrições de plantas, na sua maioria feitas pelos monges ou médicos itinerantes e organizadas principalmente para preservação do conhecimento sobre plantas medicinais.

Encontram-se com a mesma finalidade também os hortos de ervas, os quais são usados para plantar e preservar espécies vivas, em sua grande maioria plantas medicinais, aromáti-

cas e tóxicas; entre elas há também muitas espécies que já são conhecidas há longo tempo no oriente, mas eram novas e exóticas para os europeus.

Neste período, aumentou cada vez mais o fluxo de espécies vindas de regiões estrangeiras e coletadas na Europa; esses hortos se formaram e transformaram lentamente em coleções de plantas vivas de todas as espécies, e não apenas para a preservação de plantas medicinais, tóxicas e condimentais. Posteriormente, estes mesmos hortos sofreram algumas modificações e passaram a serem denominados Jardins Botânicos. Os mais antigos foram organizados na Itália no ano de 1309 em Salerno, em 1525 em Pádua, e em 1544 em Pisa.

Com a descoberta da imprensa e da xilografia, tudo mudou, pois isso facilitou imensamente a divulgação e propagação de livros de ervas, permitindo a comparação de determinadas plantas localizadas em diversos lugares que se encontravam frequentemente distantes um do outro. Após estas técnicas, tornou-se indispensável a criação de princípios para identificação de nomenclaturas que pudessem ser compreendidas pelos eruditos de várias nações e idiomas de diversas partes do mundo.

Apesar dos textos geralmente serem escritos em latim, os nomes das plantas continuavam a ser usados em diferentes línguas e descrições comparativas, tornando-se longas e confusas; estas condições davam margem a muitos erros e ofereciam muitas dificuldades, tanto na identificação como no emprego destas plantas.

Foi neste momento que ressurgiram as ideias da antiguidade, quando Aristóteles, Teofrasto, Plínio e Dioscórides realizaram estudos e houve algumas modificações. Porém, com base nestes, iniciou-se a criação de numerosos novos sistemas, dos quais alguns eram lógicos e foram adaptados às exigências da época, uns mais confusos que os antigos. Estes sistemas se destinavam ao reconhecimento das plantas e formas, baseando-se

na morfologia externa, anotações sucintas de caracteres, permitindo a comparação do material localizado em diversas e distantes coleções.

De todos estes sistemas, o primeiro exposto em definições claras, lógicas e exatas foi criado por Andrea Caesalpino (Pisa, 1519-1603); ele era baseado na estrutura de frutos e sementes. Esteve em uso durante pouco mais de um século, até que apareceu um novo sistema, também artificial, porém era mais completo e prático e foi criado pelo professor da Universidade de Upsala (Suécia) Karl Von Linné (Lineu) (1707-1775). O sistema lineano é diferenciado, pois é baseado na morfologia da flor, levando em conta principalmente a estrutura e o número de estames e pistilos.

Lineu criou uma forma peculiar de divisão do reino vegetal, dividindo-o em: Criptógamas (plantas com processos sexuais encobertos) e Fanerógamas (plantas com processos sexuais visíveis). Esta divisão, com certas modificações, é usada até a atualidade. O maior mérito de Lineu não consiste propriamente na criação deste sistema, pois este possuía também vários defeitos. Uma memória aliada ao senso lógico o levou a ordenar uma enorme quantidade de material coletado, tanto por ele como também por outros botânicos e zoológicos.

Para arquitetar e utilizar com sucesso uma nomenclatura e terminologia sucinta, clara e lógica, que ainda está em vigor até os dias de hoje, Lineu substituiu as descrições do método de comparação com plantas por descrições objetivas, dividindo cada grupo ou espécie vegetal. Foi ele o pioneiro a dar noções de espécies e gêneros às plantas, usadas como base para nomenclatura binária, e esta noção compreendia a imutável constância das espécies que Lineu considerava como a unidade inferior sistemática, mas sem aceitar a transmutação de uma espécie para outra.

Entre estes sistemas que surgiram, outro que merece ser destacado é o da autoria de Antoine Laurent Jussieu (1748-

1836, Paris). Este também é artificial, porém é baseado no maior conjunto de caracteres morfológicos conhecido até então. O sistema tem o objetivo de tentar agrupar os organismos numa sequência lógica; esta partia dos mais primitivos e simples até os mais complexos morfológicamente. A disposição de material proposta por Jussieu se aproxima muito dos princípios de sistemas naturais filogenéticos. Uma inovação introduzida por Jussieu foi empregar posteriormente, na definição das classes de fanerógamas, o número de cotilédones definidos como monocotiledôneas (as plantas com uma folha germinal) e dicotiledôneas (as plantas com duas folhas germinais).

Mesmo que Jussieu e outros contemporâneos tenham se aproximado da ideia de um sistema natural ou evolutivo, não poderiam formulá-lo antes da própria teoria da evolução, que não existia na época. Foi Lamarck (1744-1829) que formulou as primeiras ideias evolucionistas, mas elas não foram aceitas; ao contrário, elas foram combatidas, escarnecidas e quase sufocadas pelos partidários da teoria de catástrofes. As ideias evolucionistas só foram aceitas após Charles Darwin (1809-1882) publicar seu famoso trabalho “A Origem das Espécies”, reconhecido até os dias atuais.

Foi a teoria de descendência e de desenvolvimento evolutivo em sua forma mais completa que forneceu uma base sólida, que poderia ser estabelecido um real sistema filogenético, isto é, a sequência destes organismos pela afinidade de sua origem, sua sucessão e, como nos parece, a marcha do processo evolutivo, a partir do organismo unicelular até o mais perfeito.

Histórico da Botânica no Brasil

Em meados do século XIX, os naturalistas que vieram ao Brasil haviam decidido fazer uma longa viagem, mas a comunidade científica não era unânime e não valorizava o trabalho dos viajantes. Muitos dos naturalistas mais importantes da

Europa nunca haviam viajado, pois para realizar esta função eram treinados jardineiros-coletores, desenhistas, pintores e preparadores de animais, os quais tinham como função acompanhar ou substituir os próprios naturalistas em determinadas atividades.

O exemplo mais conhecido de pesquisador que defendia a viagem como parte indispensável da pesquisa e produção de conhecimento foi Alexander Von Humboldt. Ele acreditava que todas as impressões estéticas e visuais deveriam ser vividas pelo pesquisador, pois faziam parte da atividade científica. Então não poderiam ser substituídas pelas descrições ou amostras destacadas do lugar de que foram tiradas, pois estas não demonstrariam o mesmo que a planta em seu local de origem e em seu estado natural.

Destes naturalistas que vieram ao Brasil, alguns foram influenciados por esta ideia de Humboldt, como, por exemplo, Martius e Saint-Hilaire, que optaram por expedições pelo simples fato de ver com seus próprios olhos. Assim, puderam produzir ciência de forma completa. Alguns cientistas que vieram ao Brasil deixaram uma relevante contribuição científica retratando o ambiente, a história e a cultura do nosso país. Langsdorff esteve aqui no ano de 1803 e retornou, em 1813, ao consulado da Rússia. Em 1820, o governo russo foi encarregado de organizar uma expedição científica, da qual fizeram parte Riedel e Freyreiss.

Essa missão resultou na organização de um herbário que reuniu 60.000 exemplares para São Petersburgo, hoje Leníngrado. Sellow nasceu em 1789, onde conheceu, na Alemanha, Humboldt e Langsdorff, veio ao Brasil muito jovem e pode desenvolver suas pesquisas. Quem forneceu o maior material utilizado na flora brasiliensis foi Sellow. Martius Maximiliano, um naturalista que possuía vastos recursos financeiros e viajou pelo Brasil em 1815-1817, publicando em 1829 “Reise nach Brasilien”, retrata a flora e a fauna brasileira. Essa publicação possui várias ilustrações de próprio punho do naturalista, o que

comprova a teoria de Humboldt, que afirmava que o pesquisador necessitava observar as espécies pesquisadas. Nesta mesma época, Auguste de Saint-Hilaire, por ter muita influência com o conde de Luxemburgo, permaneceu no Brasil durante o período de 1816 a 1822. Além disto, ele pôde coletar material tanto zoológico quanto botânico, o que contribuiu com observações da geografia humana, história e etnogeográficas atuais. Ele registrou também a extensa destruição que foi feita em nossas matas pelo “homem branco”, referindo-se ao fato das pastagens serem queimadas anualmente a fim de se obter erva fresca para o gado, e que fornos de Ipanema eram aquecidos com toras de peroba.

Classificação das plantas

Segundo Tissot-Squalli (2007), pouco tempo atrás, muitos autores reconheciam apenas cinco Reinos, porém é utilizado pelos micologistas, desde 1995, um sexto Reino conhecido como Stramenopila ou Chromista. Da mesma forma muitos outros autores justificam e empregam a separação dos organismos procarióticos em dois Reinos: o Bacteria e Archea.

Para Tissot-Squalli (2007), a classificação dos seres vivos é feita em quatro Reinos: Archea, Bacteria, Plantae e Opisthokonta; este último é dividido em Eumycota e Metazoa (dois sub-reinos). Já o Reino Plantae está dividido em três sub-reinos: o Glaucobionta, o Rhodobionta e Viridiplantae; neste último incluem-se as algas verdes e as plantas terrícolas. Já para Raven, Evert e Eichhorn (2007), a sistemática vegetal foi revolucionada, abandonando a classificação baseada em morfologia e anatomia comparativa, para utilizar técnicas moleculares em que se determinam as sequências de aminoácidos em proteínas e/ou de nucleotídeos em ácidos nucléicos. A partir dessas novas técnicas têm-se evidências de que o mundo dos seres vivos é dividido em três domínios: o Bacteria, o Archae e o Eukaria.

O Reino Plantae também conhecido por Viridiplantae é um grupo com cerca de 300.000 espécies conhecidas; em geral são organismos autotróficos, cujas células apresentam cloroplastídeos, sendo seres que realizam a sua nutrição por meio da fotossíntese. Há provas de que as algas verdes evoluíram a partir de um mesmo ancestral como as plantas mais complexas, sendo esta a justificativa para pertencerem ao Reino Plantae.

As plantas são divididas em plantas avasculares (não apresentam tecidos de condução / tecidos vasculares) e plantas vasculares (apresentam tecido de condução / tecido vasculares). As plantas avasculares são geralmente representadas pelas Briophytas, já as plantas vasculares estão divididas em Pteridophytas, Gimnospermas e Magnoliophytas.

Briophytas

As Briophytas são plantas não traqueófitas (avasculares), ou seja, não possuem xilema nem floema, que são tecidos de condução de seiva bruta e seiva elaborada.

XILEMA – principal tecido condutor de água das plantas vasculares.

FLOEMA – tecido condutor das plantas vasculares (açúcares, aminoácidos, lipídios, nutrientes, hormônios vegetais, etc.).

Geralmente são plantas de pequeno porte, muitas têm poucos centímetros de altura, podendo ser folhosas ou talosas. Têm hábitat preferencial em lugares úmidos, tais como terras úmidas, margens de rios, rochas em córregos. Os musgos são os representantes mais comuns das Briophytas.

Conforme Raven, Evert e Eichhorn (2007), morfologicamente os musgos são formados por três partes, denominadas:

Rizoides: tem a função de fixar a planta ao substrato e absorver água, sais minerais e nutrientes (Fig. 1, mosaico 1).

Cauloides: pequena haste ligada aos rizoides e filoides da planta, tendo a função de auxiliar no transporte de água, sais minerais e nutrientes (Fig. 1, mosaico 1).

Filoides: estrutura localizada na parte superior da planta, realiza o processo de fotossíntese na planta (Fig. 1, mosaico 1).

Os musgos reproduzem-se tanto assexuadamente quanto sexuadamente. Na fase assexuada, também conhecida como fase esporofítica, ocorre a produção de esporos. Na fase sexuada, também conhecida como fase gametofítica, há a produção de gametas. Estas fases são, respectivamente, haploides e diploides (Fig. 2, mosaico 2). Para ocorrer o processo de reprodução das Briophytas, a água é indispensável (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

Pteridophytas

São comumente representadas pelas samambaias, mas receberam de modo recente as cavalinhas e as Psilotales, vulgarmente chamadas de samambaias simplificadas.

As Pteridophytas são as primeiras plantas a apresentarem tecidos vasculares (vasos de condução), ou seja, possuem xilema e floema, característica que ajudou na adaptação ao ambiente terrestre. O que as difere das demais plantas vasculares é a ausência de sementes (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

O corpo das Pteridophytas está dividido, morfologicamente, em:

Raiz: absorve água, sais minerais e nutrientes do substrato.

Caule: em geral, é subterrâneo, com desenvolvimento horizontal, e facilita a condução de nutrientes da raiz para as folhas.

Folhas: geralmente são divididas em folíolos (partes menores da folha).

A reprodução das Pteridophytas se dá de forma assexuada e de forma sexuada. Na fase assexuada há a produção de esporos, o que dá o nome de fase esporófitica; nesta fase formam-se soros (pontos escuros) nas folhas, dentro dos quais são produzidos os esporos. Já na fase sexuada são formados os anterozoides e as oosferas, dentro do prótalo (Fig. 3, mosaico 2). Assim como nas Briophytas, a água é essencial para a reprodução das Pteridophytas.

Gimnospermas

Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2007), as Gimnospermas são as primeiras plantas vasculares a apresentarem sementes, mas não apresentam frutos, fazendo com que suas sementes fiquem expostas. São plantas de maior porte, se comparadas com as Briophytas e Pteridophytas. Os pinheiros, as araucárias, as sequoias e o ginkgo biloba são os principais representantes das Gimnospermas.

São caracterizadas por apresentarem raiz, caule, folhas, sementes (garante proteção e alimentação ao embrião) e estróbilos (Fig. 4, mosaico 2) (estrutura de folhas modificadas que envolvem os esporófitos). Possuem representantes monoicos (*Pinus* sp) e representantes díoicos (araucária). Produzem resina que protege contra o ataque de fungos e insetos (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

A reprodução das Gimnospermas, baseando-se na Araucária angustifolia (Fig. 5, mosaico 2), ocorre da seguinte forma: o estróbilo masculino produz grãos de pólen e o estróbilo feminino produz os óvulos. Os grãos de pólen, ao serem liberados do estróbilo, chegam até o óvulo através do vento. Após fecundar a oosfera (que se encontra no interior do óvulo), forma-se o zigoto, que originará um embrião. Durante o desenvolvimento do embrião, o óvulo vai se transformando em semente, que irá abrigar o embrião (RAVEN; EVERT; EICH-

HORN, 2007). Nas Gimnospermas, o vento atua como agente polinizador; assim, a reprodução destas plantas depende do vento. São diferentes, pois, das Briophytas e Pteridophytas, que dependem da água para sua reprodução.

Magnoliophytas

Magnoliophytas são plantas com flores cujas sementes são protegidas por uma estrutura denominada fruto e constituem um grupo de plantas dominante. Em suas características vegetativas e florais, as magnoliophytas (angiospermas) são extremamente diversas. De acordo com (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007), em tamanho, elas variam desde espécies arbóreas como *Eucalyptus*, de mais de 100 metros de altura, com troncos de aproximadamente 20 metros de circunferência, até algumas espécies de lentilhas-d'água (Fig. 6, mosaico 2), as quais são plantas simples, flutuadoras, muitas vezes mal alcançando um milímetro de comprimento.

Magnoliophytas ou Angiospermas é a divisão que possui maior variedade de plantas no seu arranjo no reino vegetal; atualmente estão presentes em todas as transformações vegetais terrestres. Reúnem estruturas exclusivas, com um conjunto reprodutivo devidamente estruturado como a flor que representa um fundamental fator responsável pela evolução da magnoliophyta. Adicionalmente, individualizam-se pelo desenvolvimento do ovário que contém o óvulo; através da dupla fecundação, geram o endosperma (tecido com reserva nutricional); possuem elementos como xilema e floema, bem como elementos de tubo crivado e células companheiras no floema.

As magnoliophytas, também conhecidas como angiospermas, compreendem inúmeras linhas evolutivas, destacando-se duas classes por sua admirável variedade: as monocotiledôneas e as eudicotiledôneas.

Monocotiledôneas e Eudicotiledôneas

Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2007), as monocotiledôneas contêm pelo menos 90.000 espécies, e as eudicotiledôneas pelo menos 200.000 espécies. Exemplos de monocotiledôneas: gramíneas, arroz, milho, cereais, centeio, trigo, aveia, cana de açúcar, palmeiras, etc. Exemplos de eudicotiledôneas: leguminosas como amendoim, feijão, soja, lentilha e ervilha, além do ipê, do jacarandá, da roseira, da paineira, etc.

As principais características que diferenciam as monocotiledôneas das eudicotiledôneas estão indicadas na Tabela 1.

A flor consiste em um ramo modificado, apresentando apêndices especializados chamados de folhas. Esse ramo é constituído de uma haste, o pedicelo, geralmente possuindo uma porção dilatada terminal, o receptáculo, de onde emergem os apêndices modificados: sépalas, pétalas, estames e carpelos. As flores apresentam-se solitárias ou agrupadas em inflorescências (CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2007), uma flor individual pode apresentar até quatro verticilos de apêndices. De fora para dentro, os verticilos são as sépalas que coletivamente formam o cálice; as pétalas coletivamente formam a corola; as sépalas e as pétalas são estéreis, sendo as sépalas frequentemente verdes, servindo como proteção recobrando o botão floral, enquanto que as pétalas são muitas vezes coloridas e estão associadas à função de atrair os polinizadores. Os estames coletivamente formam o androceu, que é o órgão reprodutor masculino; os estames geralmente são subdivididos em filamentos e antera; estas possuem dois pares de sacos polínicos. Os carpelos coletivamente formam o gineceu, que constitui o sistema reprodutor feminino; este por sua vez contém uma porção alargada, o ovário, e uma porção alongada, o estilete, encimado por um estigma receptivo.

Polinização

Polinização é um processo que pode ocorrer de duas maneiras: autopolinização e polinização cruzada. O processo de transporte de grãos de pólen da antera para os estigmas de uma mesma flor ou entre flores de uma única planta é denominado autopolinização. Segundo Apezato-da-Gloria e Carmello-Guerreiro (2006), as progênies resultantes dessa polinização serão idênticas às da planta mãe.

No entanto, o procedimento de fecundação cruzada sucede-se através de transferência de grãos de pólen por estigmas das flores de plantas diferentes. Conforme estudos de Apezato-da-Gloria e Carmello-Guerreiro (2006), as progênies resultantes deste tipo de fecundação serão de alta diversidade genética. Os principais agentes polinizadores são os insetos e o vento. Também atuam como agentes polinizadores de várias espécies a água, os pássaros (beija-flor), os quirópteros (morcegos) e o homem.

Frutos

Como resultado da dupla fecundação, iniciam-se vários processos que levam ao desenvolvimento da semente e do fruto Raven, Evert e Eichhorn (2007). De acordo com Apezato-da-Gloria e Carmello-Guerreiro (2006), os frutos se desenvolvem do ovário da flor; tal desenvolvimento requer atividade meristemática; após a atividade meristemática, o fruto se desenvolve graças ao alongamento ou expansão e alterações celulares. Tais alterações celulares incluem espessamento, perda de água, vacuolização, mudanças metabólicas dos protoplastos e lignificação das paredes celulares.

Classificação dos frutos:

Os frutos geralmente são classificados como simples, múltiplos ou agregados. Essa classificação se dá dependendo da disposição dos carpelos a partir dos quais os frutos se desenvolvem.

Frutos simples – são frutos que se desenvolvem a partir de um ou vários carpelos unidos.

Frutos agregados – consistem em vários carpelos separados de um gineceu.

Frutos múltiplos – consistem em gineceus de mais de uma flor, ou seja, inflorescências Raven, Evert e Eichhorn (2007).

Os frutos simples podem variar de acordo com a quantidade de carpelos e teor de água no pericarpo maduro. A partir dessas peculiaridades, eles podem ser subdivididos em: carnosos, secos deiscentes e indeiscentes.

Carnosos: drupas, com o ovário unicarpelar, com semente aderida ao endocarpo duro (caroço); por exemplo: pêssego, ameixa, azeitona, etc., e bagas, com o ovário uni ou multicarpelar e sementes livres; por exemplo: tomate, limão, abóbora, uva, etc.

Secos deiscentes: frutos que se abrem na maturação. Ex.: castanha e a maior parte das leguminosas.

Secos indeiscentes: frutos que não se abrem espontaneamente. Ex.: laranjas, melões.

Sementes

Segundo Kigel e Galili (1995), a semente é constituída por um eixo embrionário e por tecido de reserva endospermático ou cotiledonar, onde o crescimento está suspenso, de forma que ambos estão protegidos por uma cobertura ou envoltório, que é responsável por várias funções, sendo uma delas regular a germinação.

As sementes possuem três gerações no ciclo de vida da planta, ou seja, esporofítica, gametofítica e a união dos gametas para a formação de um novo indivíduo, com a participação de tecidos que diferem em nível de ploidia (conjunto de cromossomos característico de cada espécie); por isso, são conhecidas como sementes peculiares.

O variado tipo de espécies de sementes demonstra a sensibilidade das plantas de responder a variações do ambiente, assegurando, assim, que o processo de germinação só ocorra sob situações favoráveis; um exemplo disso é a presença de dormência.

Desta forma, as pesquisas realizadas por diversos pesquisadores têm como desafio regular o desenvolvimento, a germinação, a conservação da viabilidade, a tolerância à dessecação e, ao mesmo tempo, colocar procedimentos que garantam a produção de alimentos e de matéria-prima de interesse da comunidade.

Formação das sementes

Uma das características marcantes da biologia é a capacidade de reprodução das plantas, englobando a divisão celular, a replicação do DNA e o desenvolvimento de estruturas ou órgãos que procedem à definição de espécies e a sua evolução.

Existem dois tipos de multiplicação das espécies vegetais: sexuada (reprodução) e assexuada (propagação). A multiplicação assexuada incide na utilização de vegetais que apresentam capacidade de regeneração, ou seja, ocorre através de parte da planta apta a originar um indivíduo geneticamente igual ao da planta matriz. A multiplicação sexuada ocorre a partir de um indivíduo que alcançou a maturidade genitiva, através da intervenção de células ou núcleos sexuais, que dão origem a um novo indivíduo resultante dos gametas femininos e masculinos.

Com isso, há alguns fatores que contribuem para fertilidade das plantas, a viabilidade das sementes e a eficiência da dispersão, tais como a multiplicação sexuada, a formação das sementes e o estabelecimento das plantas, que, por serem processos complexos, envolvem vários estágios para a formação da semente.

As flores são consideradas mais viçosas no processo reprodutivo, devido ao grande papel que exercem, sendo que são responsáveis pelo abrigo do processo de fecundação e atuação das células reprodutivas e do desenvolvimento do fruto e semente.

Através da transição da fase vegetativa para a reprodutiva, ocorre o processo de reprodução da planta, que é quando acontece a alteração da atividade das gemas apicais. Contudo, o redirecionamento do comportamento da planta depende de sua capacidade de percepção das condições específicas do ambiente, notando, assim, os sinais traduzidos pelas alterações em processos fisiológicos.

Dessa forma com a formação de gemas, constituídas por tecidos meristemáticos, ocorre o desenvolvimento das plantas, ou seja, os meristemas são tecidos vivos com a capacidade de se multiplicarem por divisão celular. Os meristemas vegetais dão origem a raízes, caule e folhas, enquanto os meristemas reprodutivos conduzem à formação dos órgãos florais, sendo estes precursores do desenvolvimento de frutos e sementes.

Com os estímulos externos, dá-se a indução floral, conduzindo ao desenvolvimento de primórdios reprodutivos, que com alguns dias, semanas, meses é possível perceber a emissão de flores. Contudo, o desenvolvimento reprodutivo exige alguns níveis consideráveis de energia, ou seja, a planta só começa a florescer quando ultrapassar certos estágios vegetativos; caso contrário, não ocorrerá a formação de sementes.

Em monocotiledôneas, a iniciação floral tem início em meristemas especializados conhecidos como dermatogênese; já nas eudicotiledôneas a iniciação floral ocorre em gemas late-

rais, terminais ou axilares. Nota-se que, no início do florescimento, meristemas reprodutivos apresentam características anatómicas semelhantes às do estado vegetativo, diferenciando-se apenas no desenvolvimento da planta, quando se torna possível a identificação das partes da flor.

A semente é constituída por tegumento (testa, tegma), embrião (cotilédone, eixo embrionário, podendo ser plúmula, hipocótilo e radícula) e endosperma (reserva), sendo esta considerada a parte mais volumosa da semente.

Importância e utilização das sementes

As sementes têm uma dupla função de demonstração econômica, sendo este um material para a multiplicação de plantas e a estrutura colhida para a comercialização. Dessa forma, a semente é considerada o mais importante insumo agrícola, pois ela pode conduzir ao campo as características genéticas determinantes do desempenho do cultivar, sendo que, ao mesmo tempo, é responsável ou contribui para o sucesso do estabelecimento do estande desejado, fornecendo, assim, a base para a produção rentável.

À vista disso, um dos meios de sobrevivência para as espécies é a ocorrência da dormência, que não permite a germinação simultânea das sementes.

Com isso, logo após a maturação, mas procedendo, assim, a distribuição da germinação no espaço e garantida pelos mecanismos de dispersão, permitindo diluir e expor as sementes à adversidade ambiental, assegurando a continuidade da vida da espécie por um período prolongado.

Tipos de sementes

É fundamental o conhecimento da composição química das sementes para a sua utilização como fonte de alimento para homens e animais ou como matérias-primas de ampla aplicação industrial. Sabe-se que as reservas acumuladas são de grande

importância para o fornecimento de nutrientes e energia para a manifestação das funções vitais das sementes, ou seja, as variações na composição química estão relacionadas ao desempenho das sementes, até mesmo durante as etapas de indução e superação de dormência.

Sabe-se que as sementes possuem a reserva de nutrientes no endosperma e/ou embrião; nas eudicotiledôneas, essa reserva situa-se nos cotilédones e dificilmente é encontrada em outros tecidos. Os nutrientes mais conhecidos são os carboidratos, as proteínas e os lipídios, sendo variadas as proporções encontradas de espécie para espécie. Conforme o tipo de reserva predominante, as sementes podem ser classificadas em: Amiláceas, Aleuro-amiláceas, Oleaginosas, Aleuro-oleaginosas e córneas.

Dormência de sementes

Uma das etapas cruciais da maturação é o período de transferência de matéria seca da planta para as sementes. Através da quantidade de água e de níveis críticos de ácido abscísico (ABA) é que se garante o acúmulo de reservas, sendo que podem assegurar a continuidade do desenvolvimento e podem representar proteção contra a passagem direta da embriogênese para a germinação, enquanto as sementes dependem fisiologicamente da planta-mãe. A desidratação da semente, a redução dos níveis de ABA ou da sensibilidade da semente ABA e a reversão do metabolismo dos tecidos de reserva, com a ativação/desativação de genes em uma população inalterada de células, caracterizam a fase final da maturação.

A semente encontra-se em duas fases: a primeira fase consiste em um período de repouso, a deficiência hídrica, onde não ocorreu a tradução da mensagem genética e as sementes são identificadas como quiescentes, e a segunda fase, quando as sementes se encontram diante da presença de inibidores químicos ou havendo a indução de alterações metabólicas que blo-

queiam a transcrição da mensagem, a qual é conhecida como o estado de dormência, que é quando a semente possui alguns empecilhos para que ocorra a germinação.

Dessa forma, a semente permanecerá em repouso por encontrar-se em condições não favoráveis à germinação; quando se encontra em condições adequadas, são realizados alguns testes para viabilizar a retomada de crescimento do embrião.

A dormência ocorre pela combinação de condições específicas do ambiente, bloqueando a interferência de um ou mais mecanismos que interferem na transcrição da mensagem genética para a ativação da sequência metabólica que age com a germinação. Dessa forma, tanto as sementes quiescentes como as dormentes dependem da informação genética já existente durante o período de maturação.

A redução das atividades fisiológicas é associada ao desenvolvimento de tecidos protetores e à desidratação do citoplasma; essa combinação de fatores afere à estrutura dormente uma resistência às condições desfavoráveis do ambiente. Portanto, a dormência é considerada um mecanismo de defesa da semente, sendo que ela voltará a responder novamente quando os estímulos ambientais específicos forem ativados.

No entanto, a dormência encerra quando o metabolismo, síntese e crescimento ativos são reiniciados; mesmo que a dormência dependa de fatores genéticos há certa plasticidade na expressão genotípica, determinada pela influência do ambiente.

Tipos de dormência

Ocorrem dois tipos de dormência, a dormência primária e a secundária. A dormência primária é encontrada em várias espécies, com profundidades variáveis, independentemente do ano e local de produção ou região de ocorrência; já a dormência secundária ocorre esporadicamente, com condições do ambiente, podendo ter sido dormente ou após ter superado a segunda fase, podendo também se instalar durante a maturação.

Teste em sementes

Teste de envelhecimento

Para que a semente possa determinar um potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de determinar desempenho adequado quando exposta a diferentes condições de ambiente, é necessário o vigor da semente.

Visando a uma avaliação segura, a qual avalia o comportamento de sementes, o teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais utilizados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies, proporcionando informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995).

Este teste tem por base a taxa de deterioração das sementes, a qual é aumentada através da sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). Nessa situação, as sementes mais vigorosas deterioram-se mais lentamente que as menos vigorosas, apresentando redução diferenciada da viabilidade.

Teste de condutividade elétrica

Dentre alguns estudos realizados desde a década de 60, a condutividade elétrica vinha sendo usada para estimar a viabilidade de sementes de algumas espécies; com isso, teve-se um estudo mais aprofundado, no qual a avaliação da condutividade elétrica passou a ser usada para avaliar a qualidade fisiológica de sementes.

Segundo Kigel e Galili (1995), o teste de condutividade elétrica é um meio rápido e prático de determinar o vigor de sementes, podendo ser conduzido facilmente na maioria dos laboratórios de análise de sementes; isto é feito avaliando a quantidade de lixiviados liberados internamente da semente para a solução de embebição, em função do grau de determina-

ção em que ela se encontra, e, desse modo, inferir sobre o nível de vigor daquela semente ou do lote.

Lixiviado: É o processo de extração de uma substância presente em componentes sólidos através de sua dissolução num líquido.

Teste de tetrazólio

Segundo as regras de análise de sementes, um dos testes realizados quando as sementes apresentam dormência, problemas no teste de germinação e até mesmo para avaliar o vigor é o teste tetrazólio.

Esse é um teste bioquímico que pode ser usado quando as sementes necessitam ser semeadas logo após a colheita, possibilitando a análise da viabilidade das mesmas.

No teste topográfico de tetrazólio, as sementes são embebidas em uma solução incolor de 2, 3, 5 trifênil cloreto ou brometo de tetrazólio que é usada como um indicador para revelar o processo de redução que acontece dentro das células vivas. Neste processo, os íons de H^+ liberados durante a respiração dos tecidos vivos são transferidos por um grupo de enzimas, particularmente, a desidrogenase do ácido málico, e interagem com o tetrazólio, o qual é reduzido a um composto vermelho, estável e não difusível chamado de trifênil formazan. Como esta reação se processa no interior das células vivas e o composto não se difunde, há nítida separação dos tecidos vivos e coloridos que respiram daqueles mortos e que não colorem.

Teste de germinação em condições de luz

O teste de germinação em condições de luz é realizado mediante o uso de quatro lâmpadas fixadas internamente na porta de um germinador, sendo que a qualidade de luz é obtida

pela cobertura, com papel celofane, das caixas plásticas do tipo gerbox, onde serão semeadas as sementes.

Podem-se obter quatro tipos de luminosidade: Para a obtenção da luz branca (LB) nenhum papel celofane será colocado sobre as caixas plásticas. A luz vermelha (V) será obtida pela cobertura das caixas gerbox com duas folhas de celofane vermelhas e, para a luz vermelho extremo (VE), serão utilizadas duas folhas vermelhas mais duas folhas azuis de celofane. A ausência de luz (AL) será obtida pela cobertura das gerbox com papel pardo.

Procedimentos para germinação de sementes

Germinação

Segundo as regras para análise de sementes, a germinação é usada para comparar a qualidade de diferentes tipos de lotes e estimular o valor para semeadura em campo, sendo que esta produção muitas vezes não é satisfatória devido às condições ambientais em que estas sementes se encontram. Já os métodos realizados em laboratórios com condições controladas têm permitido uma germinação mais regular, rápida e completa (BRASIL, 2009).

Portanto, a germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009).

O teste de germinação é realizado em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel substrato. O teste é conduzido a 20°C constantes e a contagem final será realizada aos sete dias, considerando-se as plântulas normais de cada repetição; os dados são expressos em percentagem média de germinação para cada lote.

Primeira contagem

Segundo as regras de análise de sementes, são realizadas duas contagens de sementes germinadas, a primeira e a final. Na primeira contagem, são retiradas as plântulas normais, ou seja, aquelas que germinaram mais rapidamente, mostrando assim que são as mais vigorosas. Dessa forma, a primeira contagem visa determinar o vigor relativo de um lote, avaliando a percentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião. Essa análise é realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as porcentagens médias de plântulas normais, com comprimento igual ou superior a 2 cm para cada lote, no quarto dia após a instalação do teste.

Comprimento das plântulas

De acordo com as regras para análise de sementes, é necessária a determinação do comprimento médio das plântulas normais ou das suas partes, quando posta a germinar sob condições controladas, sendo que pequenas diferenças podem ocasionar mudanças consideráveis nas avaliações feitas.

O teste de comprimento médio das plântulas normais é obtido a partir da semeadura de quatro repetições de 10 sementes, em substrato rolo de papel. Os rolos contendo as sementes permanecem a 20°C constantes por cinco dias, sendo avaliado, posteriormente, o comprimento das plântulas, com o auxílio de régua milimétrica. O comprimento médio das plântulas é obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais, com resultados expressos em centímetros.

Massa úmida das plântulas

Conforme as regras para análise de sementes, o teste ocorre a partir de quatro repetições de 10 plântulas, provenientes do teste anterior, pesadas em balança de precisão 0,001g, sen-

do que o valor obtido pela soma de cada repetição é dividido pelo número de plântulas utilizadas. Os resultados são expressos em mg/plântula.

Massa seca das plântulas

O teste tem uma grande importância, pois é a maneira de avaliar o crescimento da planta com mais precisão. Dessa forma, as amostras que apresentarem maiores pesos médios de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas, sendo que estas proporcionam uma maior transferência de matéria seca dos tecidos para o eixo embrionário, na fase de germinação, obtendo assim plântulas com maior peso, em função do acúmulo de matéria.

Segundo as regras para análise de sementes, o teste é realizado com quatro repetições de 10 plântulas, provenientes do teste anterior, mantidas em sacos de papel, em estufa a 60°C, por 24h. Em seguida, as plântulas são pesadas em balança de precisão 0,001g, e o valor obtido pela soma de cada repetição é dividido pelo número de plântulas utilizadas. Os resultados serão expressos em mg/plântula.

Cultura de tecidos vegetais

O pai da cultura de tecidos é Haberlandt, tendo sido o pioneiro nos trabalhos com cultura de tecidos em 1902. Ele estudava a regeneração de plantas que eram originadas de uma única célula, não conseguindo sucesso em seus experimentos, provavelmente, em virtude da falta de “fitormônios” (compostos até então, desconhecidos) no meio nutritivo. Porém seu trabalho contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento das pesquisas futuras na área.

O primeiro a cultivar *in vitro* embriões imaturos de crucíferas (*Raphanus sativus*, *R. landra*, *R. caudatus* e *Colchlearia danica*)

foi Hannig no ano de 1904. Ele observou a necessidade de suplementação do meio mineral com sacarose para germinação dos embriões. No ano de 1925, Aiblach foi o primeiro a visualizar a aplicação da cultura de embriões no melhoramento genético.

Já White, no ano de 1934, recebeu o mérito do estabelecimento do primeiro trabalho de cultura de tecidos, com a elaboração de um meio líquido capaz de manter o crescimento de ápices radiculares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) por um período ilimitado. Ele também elaborou a “mistura orgânica” que leva o seu nome, utilizada até hoje nas formulações de meios nutritivos.

Em 1962, Murashige e Skoog elaboraram o meio de cultura mais universal, e utilizado até hoje, o meio MS. No Brasil, os trabalhos pioneiros sobre cultura de tecidos surgiram com Dr. Agesilau Bitancourt, do Instituto Biológico de São Paulo, na década de 50.

Meios nutritivos

Os meios nutritivos utilizados para a cultura de células, tecidos e órgãos de plantas fornecem as substâncias essenciais para o crescimento dos tecidos e controlam, em grande parte, o padrão de desenvolvimento *in vitro*. As mesmas vias bioquímicas e metabólicas básicas que funcionam nas plantas são conservadas nas células cultivadas, embora alguns processos, como fotossíntese, possam ser inativados pelas condições de cultivo e pelo estado de diferenciação das células. Por isso, os meios nutritivos se baseiam nas exigências das plantas quanto aos nutrientes minerais, com algumas modificações para atender às necessidades específicas *in vitro*. Complementando as substâncias biossintetizadas pelas células, vários compostos orgânicos são adicionados ao meio para suprirem as necessidades metabólicas, energéticas e estruturais das células.

Cultura de tecidos vegetais (CTV)

É um conjunto de técnicas nas quais uma célula, tecido ou órgão vegetal é isolado e cultivado sob condições de plena assepsia, em um meio nutritivo artificial. O princípio básico da cultura de tecidos vegetais é a totipotencialidade.

Totipotencialidade – quer dizer que qualquer célula do organismo vegetal contém toda a informação genética necessária à regeneração de uma planta completa.

Aplicações e importância da cultura de tecidos vegetais

Micropropagação

- Reprodução vegetativa *in vitro*;
- Destina-se principalmente a plantas que são de difícil propagação pelo método convencional.

Obtenção de plantas livres de vírus

- Plantas propagadas vegetativamente tendem a acumular viroses ao longo de gerações.

Preservação e intercâmbio de germoplasma

- A manutenção e transporte de bancos de germoplasma em condições, por exemplo, *in vitro* tem como desvantagem a sua vulnerabilidade.

Hibridação interespecífica e intergenérica

- Um dos problemas enfrentados no melhoramento genético de plantas é a impossibilidade de se obterem descendentes a partir de determinados cruzamentos.

Obtenção de plantas haploides

- Em muitos métodos de melhoramento genético é necessário se obter um indivíduo homozigoto.

Indução de mutação

- Variação somaclonal;
- Seleção de genótipos superiores, ou seja, genótipos com viabilidade adequada para a germinação.

Floração e fertilização *in vitro*

- Estudos dos processos químicos, físicos e biológicos das plantas.

Produção de metabólitos secundários

- Muitas plantas como parte de seu metabolismo produzem substâncias que podem ser utilizadas pelo homem.

Técnicas bioquímicas e moleculares

- A técnica de cultura de tecidos vegetais é um instrumento de trabalho indispensável, tanto para o melhoramento genético em si quanto para um melhor conhecimento de seus processos genéticos e fisiológicos.

Micropropagação de plantas

- A micropropagação ou simplesmente propagação *in vitro* dos vegetais é uma técnica para propagar plantas dentro de tubos de ensaios ou similares de vidro.

Cultura de tecidos vegetais *versus* plantas transgênicas

A aplicação dos princípios genéticos na obtenção de plantas com desempenho agrícola superior tem sido sistemática e determinante para o aumento da produtividade e para a con-

quista de novas fronteiras agrícolas. Para isto, o emprego de vários métodos de melhoramento e a utilização de novas tecnologias, como a cultura *in vitro* de células e tecidos de plantas, têm sido determinantes. Estas técnicas são empregadas de diferentes formas no desenvolvimento de cultivares superiores de plantas. Em geral, são utilizadas em uma ou outra etapa do melhoramento, não necessariamente no desenvolvimento direto de novas cultivares.

Com o advento dos transgênicos, que, do ponto de vista de um melhorista, não passam de uma técnica avançada de melhoramento de última geração, a cultura de tecidos vegetais também vem contribuindo para o sucesso da transformação genética, dando suporte para a produção de transgênicos, sendo imprescindível no início (fornecendo células, protoplastos ou tecidos) e no fim do processo, regenerando e selecionando plantas geneticamente transformadas. Vale ressaltar que o primeiro grupo de cultivares transgênicos comercializado em diversas partes do mundo, como as resistentes a herbicidas, insetos e patógenos, foi desenvolvido mediante uso de cultura de tecidos em combinação com métodos de Biologia Molecular.

Mosaico 2

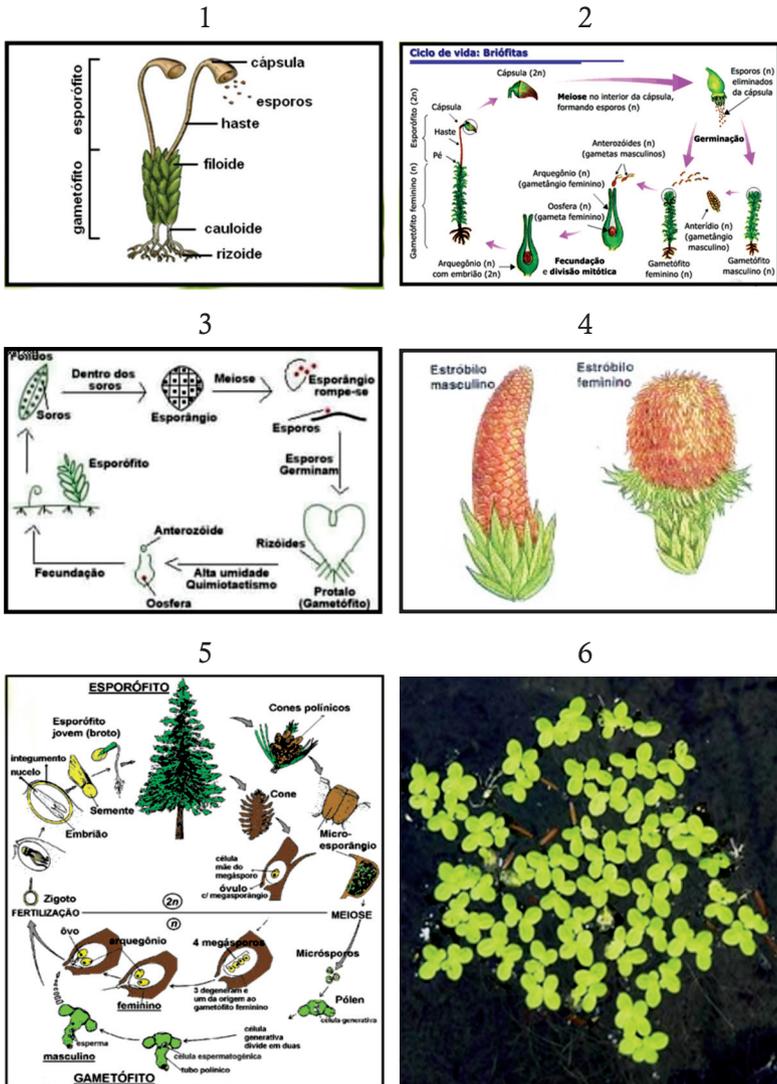


Figura 1: Filóide, onde realiza o processo de fotossíntese na planta. Fonte: <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2014/08/briofitas-as-menores-plantas-do-mundo.html>

Figura 2: Processo haploide e diploide. Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos4/briofitas.php>

Figura 3: Anterozoides e as oosferas, dentro do prótalo. Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos4/biobriofitas.php>

Figura 4: Estróbilos. Fonte: <http://atricolinabiologa.blogspot.com.br/2016/07/grupos-vegetais.html>

Figura 5: Reprodução Gimnosperma, Araucária Angustifólia. Fonte: <http://educacao.globo.com/biologia/assunto/microbiologia/gimnosperma.html>

Figura 6: Planta que apresenta semente protegida por fruto, Lentilha-d'água – fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Klein_kroos_Lemna_minor.jpg

Capa:

1. Imagem flor mimo de Vênus, disponível em: <http://www.plantasonya.com.br/cercas-vivas-e-arbustos/como-cuidar-do-mimo-de-venus-hibiscus-rosa-sinensi.html>, acesso em 10 de dezembro de 2017.

2. Imagem flor aquática, disponível em: <https://pixabay.com/pt/zen-flor-lagoa-aqu%C3%A1ticos-flores-2656137/>, acesso em 10 de dezembro de 2017.

3. Imagem fruto, disponível em: <https://www.chabeneficios.com.br/cha-das-folhas-do-abacate/>, acesso em 10 de dezembro de 2017.

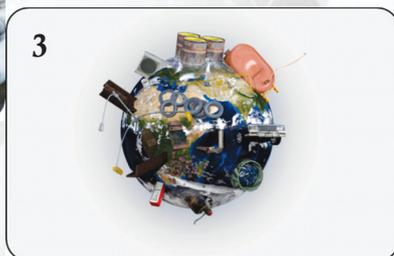
Tabela 1: Apresenta as principais características que diferenciam as monocotiledôneas das eudicotiledôneas

Características	Eudicotiledôneas	Monocotiledôneas
Partes da flor	Quatro ou cinco elementos (usualmente tetrâmeras ou pentâmeras)	Três elementos (usualmente trímeras)
Pólen	Triaperturados (possuindo três poros ou sulcos)	Monoaperturados (possuindo um poro ou sulco)
Cotilédones	Dois	Um
Vascularização foliar	Frequentemente reticulada	Frequentemente paralela
Feixes vasculares primários no caule	Em anel	Arranjo complexo

Fonte: Instituto Federal Farroupilha – *Câmpus* São Vicente do Sul/RS, 2012.

Referências

- ABRATES. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999.
- APPEZZARTO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. *Anatomia Vegetal*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006.
- BRASIL. *Regras para análise de sementes*. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Brasília, 2009.
- BRASILEIRO, A. C.; DUSI, D. M. A. Transformação genética de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, p. 679-735, 1999.
- FERREIRA, M. A.; CALDAS L. S.; PEREIRA, E. A. Aplicações da cultura de tecidos no melhoramento genético de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: Embrapa SPI: Embrapa CNPq. v. 1, p. 21- 43, 1998.
- KIGEL, J.; GALILI, G. Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, 1995. 853 p.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.
- TEKRONY, D.M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). *Seed vigour testing seminar*. Copenhagen: ISTA, 1995, p. 53-72.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2007, 830 p.
- TISSOT-SQUALLI, M. L. *Introdução à Botânica Sistemática*. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2007.



CAPÍTULO III

Resíduos sólidos: o que você precisa saber!

*Débora Moro
Jenifer Klüsener
Márcia Costenaro Parizi
Tamires Franco Conti
Simone Medianeira Franzin*

Apresentação

Sobre o capítulo

O capítulo “Resíduos Sólidos: O que você precisa saber” foi elaborado pelas acadêmicas do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e integrantes do Programa de Educação Tutorial (PET) Biologia do Instituto Federal Farroupilha – Câmpus São Vicente do Sul/RS, no ano de 2017, a fim de divulgar informações sobre resíduos sólidos, destinação adequada para cada tipo de resíduo, bem como a importância do descarte adequado.

Resíduos sólidos

Introdução

Resíduos sólidos são todos os materiais que resultam das atividades humanas e que muitas vezes podem ser aproveitados tanto para reciclagem como reutilizados. De acordo com a MFM (2017), a denominação “resíduo sólido” é usada para o lixo sólido e semissólido, proveniente das residências, das indústrias, dos hospitais, do comércio, dos serviços de limpeza urbana e da agricultura.

Quadro 1: Classificação dos resíduos sólidos

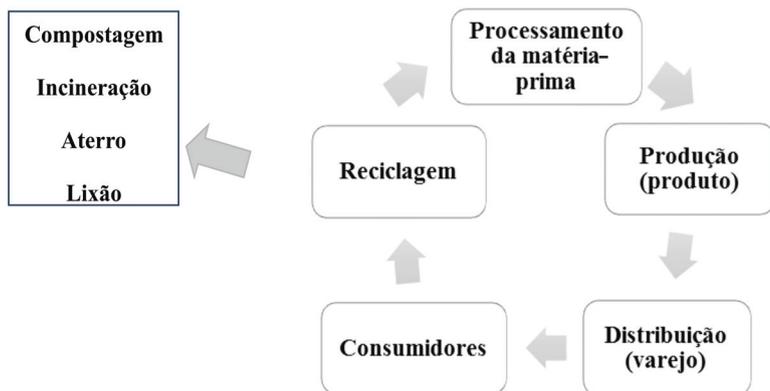
Resíduos Classe I – Perigosos	Resíduos Classe II A – Não inertes	Resíduos Classe II B – Inertes
Aqueles que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, ou ainda que apresentem uma característica de: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.	Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B. Os resíduos classe II A podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.	Quaisquer resíduos que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: <http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/classificacao-de-residuos>

Há alguns anos, os resíduos sólidos eram vistos como itens sem importância, simplesmente considerados lixo. Porém, com o avanço das técnicas de reciclagem e maior consciência ambiental por parte da sociedade, este cenário mudou bastante e grande parte dos resíduos sólidos é inserida no ciclo de consumo.

Entretanto, mesmo com os avanços tecnológicos relacionados à gestão dos resíduos sólidos, estes ainda causam preocupação à população mundial, em especial os resíduos domiciliares, os quais têm crescido em termos de produção, gerenciamento inadequado e falta de áreas de disposição final (JACOBI & BESAN, 2011).

Esquema 1: Representação do ciclo de consumo



Fonte: Arquivo pessoal (PET-Biologia).

Atualmente, a maior parte desses materiais pode ser aproveitada para algum outro fim, seja de forma direta ou indireta. Para os processos industriais, os resíduos são definidos como matéria-prima e insumos não convertidos em produtos. Sua geração significa perda de lucro para a indústria, e, por isso, tecnologias e processos que visem à diminuição dessas perdas ou reaproveitamento dos resíduos são cada vez mais visados.

Descarte consciente de resíduos

Há décadas existem grandes discussões acerca dos resíduos sólidos tanto na esfera nacional como internacional, de-

vido à preocupação que se tem com o meio ambiente. Como Stephanou (2013) relata, a preservação do meio natural tem sido foco de preocupação da sociedade, e os envolvidos demonstram de forma bastante dinâmica suas ambições e expectativas.

Desde o ano de 2010, a responsabilidade com os resíduos gerados passou a ser da sociedade como um todo (cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada), e a busca de soluções nessa área é uma demanda da sociedade, influenciada pelas mudanças dos elevados custos socioeconômicos e ambientais.

O descarte correto visa direcionar os resíduos sólidos para seus respectivos lugares, promovendo a ação de reciclagem quando possível, possibilitando a reutilização de materiais. Em contrapartida, tudo aquilo que não pode ser reciclado é encaminhado aos aterros sanitários.

Para que ocorra o descarte correto existe a coleta seletiva, na qual os resíduos sólidos devem ser previamente separados de acordo com sua composição e classificação.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2018), a coleta seletiva é obrigação dos municípios. Deve-se separar os resíduos sólidos, pois cada tipo de resíduo possui uma destinação para a reciclagem, e, quando misturados, a reciclagem é dificultada podendo tornar-se inviável.

Diversas ações são desenvolvidas buscando o descarte consciente, de acordo com Castillioni (2016), com a utilização dos 3 R's: reduzir, reaproveitar e reciclar. Além disso, existem empresas que buscam, através de programas, promover o descarte consciente, sensibilizando clientes, servidores e comunidade em geral sobre a destinação correta de determinados resíduos sólidos, sem que o meio ambiente seja prejudicado.

Quadro 2: Os três R's

REDUZIR	REAPROVEITAR	RECICLAR
O correto seria que não fosse gerado nenhum tipo de lixo; como isso é impossível de acontecer, cabem ações individuais para a redução dos mesmos.	Use a criatividade! Invente! Dê um novo uso para o material que comumente seria descartado, perdendo totalmente seu valor.	É transformar de forma artesanal ou industrial o produto descartado em algo novo, transformando a integridade física ou química do material.

Fonte: (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=324>), (<http://www.valec.gov.br/fiol/download/biblioteca/edambiental/cartilharesiduos310815.pdf>) (<http://ecodita.ind.br/tag/plastico/>)

A logística reversa (Fig. 8, mosaico 3) é outra ação que visa à destinação correta dos resíduos, sendo essa uma obrigação de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados produtos, como pilhas, baterias e lâmpadas, os quais, seguindo essa logística, retornam ao setor empresarial, onde são reutilizados ou encaminhados para outra destinação que seja ambientalmente correta.

Essa logística possui grande potencial, diferindo da coleta seletiva por ser uma obrigação do setor empresarial; conforme a implantação da logística reversa, um acordo setorial deverá ser iniciado pelo Poder Público ou pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes dos produtos e embalagens referidos no art. 18 do Decreto nº 7.404/2010, enquanto que a coleta seletiva é responsabilidade, somente, do poder público. Além disso, a população deve ficar atenta a campanhas municipais de arrecadação de determinados resíduos, como lixo eletrônico, pneus, entre outros. Atitudes pequenas, como separar os materiais que são recolhidos por recicladores,

e contribuir com o retorno de objetos para a logística reversa fazem toda a diferença.

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais como a degradação do solo, comprometimento dos recursos hídricos, causando poluição, aumento de vetores de doenças, entre outros, aspectos que prejudicam o ecossistema.

Tendo essa visão, é necessária a criação de padrões de produção e consumo consciente e sustentável, o gerenciamento da destinação correta dos resíduos sólidos, para que, assim, diminuam significativamente os impactos à saúde e ao ambiente.

Reciclagem dos resíduos

Após o descarte, os materiais são recolhidos por diversas empresas, como o “Caminhão do Lixo” (Fig. 1, mosaico 3); esses objetos então passam por diversas etapas, reaproveitando e reciclando-se tudo aquilo que for possível, e encaminhando o rejeito para seu destino final, em estruturas do próprio aterro sanitário.

Alguns desses tratamentos são:

- **Reciclagem energética:** é a incineração de resíduos considerados perigosos, gerando energia.
- **Reciclagem orgânica:** é feita com a compostagem de materiais orgânicos; esses são: restos de comida, folhas, etc., podendo ser usados para adubo, rico em nutrientes.
- **Reciclagem industrial:** neste processo é feito o reaproveitamento e reciclagem de todos aqueles materiais recicláveis.
- **Disposição:** é o destino dos rejeitos, ou seja, o que não pode ser mais reciclado. O endereçamento correto desse material são os aterros sanitários, onde há a preocupação para não contaminar o solo com qualquer forma de poluição.

Breve histórico sobre os resíduos

As atividades humanas produzem muito lixo, e isto vem sendo um grande problema para o planeta, pois são gerados cada vez mais detritos, muitos de difícil decomposição. Contudo, nem sempre foi assim. Quando o homem se baseava no extrativismo vegetal para sua sobrevivência, menos resíduos eram gerados; logo, não havia a necessidade de preocupação com eles.

Mesmo sendo de fácil decomposição, o excesso de lixo gerado naquela época também era prejudicial aos ecossistemas. Além de causar problemas como a poluição das águas e do solo, na decomposição da matéria orgânica há formação de gás metano (CH_4), que aquece cerca de 20 vezes mais que o gás carbônico (CO_2) e contribui muito para o agravamento do efeito estufa.

A partir do momento em que o homem passou a extrair da natureza mais do que era necessário para sua sobrevivência, havendo um excedente para o comércio, a sobra de material foi inevitável e surgiram os primeiros problemas relacionados com o lixo. Aconteceu a impossibilidade de armazenamento desta quantidade extra que muitas vezes estragava e causava mau cheiro, a proliferação de vetores, no caso de alimentos, e outros incômodos para a sociedade como ter que destinar um local para o material não utilizado.

Importância do descarte correto

Pensar nas diferentes classificações dos resíduos remete a uma preocupação ambiental, uma vez que cuidados impróprios com a segregação, acondicionamento, armazenamento e principalmente com a destinação final podem causar acidentes ambientais, tais como a contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos.

A reutilização e reciclagem dos materiais inorgânicos, que representam 40% do lixo doméstico, acarretam uma menor utilização de aterros sanitários e lixões, além de proporcionar uma redução significativa na poluição do meio ambiente. Além da importância ambiental, a reciclagem ainda tem um impacto na economia da região; por não ser um tratamento barato, muitas vezes ele é terceirizado, gerando também empregos para a cidade.

A reciclagem é fundamental para diminuir os impactos ambientais no planeta; ao reciclar, são economizados recursos naturais não renováveis e energia, gerados empregos diretos ou indiretos e evitado o depósito de materiais tóxicos e/ou de difícil decomposição no ambiente.

Para que a reciclagem seja satisfatória, o sistema de coleta e a separação do lixo devem ser eficientes, o que depende do poder público – responsável pela coleta e pelo destino dado ao lixo – e de cada cidadão – responsável por separar seu lixo de maneira adequada.

Outra medida de extrema importância é a reutilização de materiais, pois assim nem chegamos a gerar lixo. Apesar da reciclagem e da reutilização serem medidas importantes, podemos destacar a redução como principal medida. A redução, como o próprio nome já indica, consiste em diminuir o consumo e, conseqüentemente, a quantidade de lixo. Essa medida depende da conscientização em consumir apenas o que é realmente necessário, diminuindo, além dos resíduos, os gastos energéticos e a extração de recursos naturais.

Primeiramente, reduzir a quantidade de lixo é de fundamental importância. Por exemplo, comprar objetos com poucas embalagens e bebidas em frascos reaproveitados ou reciclados; diminuir o uso de papel e plásticos e aproveitá-los ao máximo antes de descartá-los; não adquirir produtos sem necessidade. É necessário haver uma conscientização do tipo de lixo, ou seja, de que é feito cada material que precisamos descartar,

qual o melhor destino para ele e, acima de tudo, se é realmente necessário esse consumo, se ele pode ser substituído ou simplesmente deixar de ser consumido.

Há a conscientização de que mudanças climáticas, esgotamento de recursos não renováveis e depredação da natureza estão diretamente associados ao consumo desenfreado. O consumo, na maioria das vezes, não é decorrente da necessidade real, mas é utilizado como maneira de demonstrar poder aquisitivo e estilo de vida.

O consumo consciente é uma das maneiras mais eficientes de lidar com o problema ambiental causado pelo lixo. É necessário reduzir o consumo, não no sentido de se privar de consumir, mas no sentido de dar preferência aos produtos com embalagens mais compactas, e também repensar, ou seja, questionar se há necessidade de obter aquele produto, sem se deixar seduzir tanto pelo marketing.

A diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário

O lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário são os locais para onde são destinados os rejeitos domésticos. As diferenças básicas entre esses três locais são as seguintes:

- Lixão: os resíduos sólidos são depositados diretamente sobre o solo em local aberto.
- Aterro controlado: os resíduos são depositados diretamente sobre o solo e são cobertos por camadas de solo.
- Aterro sanitário: os resíduos são depositados sobre o solo impermeabilizado.

Os lixões são proibidos e deveriam ter sido exterminados até o ano de 2014 segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), isso porque neles os resíduos são depositados a céu aberto sem nenhuma preparação do solo, causando graves problemas (Fig. 2, mosaico 3).

Nos lixões não há sistema de dispersão dos gases, como o metano, o que acaba contaminando o ar. Também não há tratamento do chorume, um líquido tóxico oriundo da decomposição da matéria orgânica que acaba penetrando na terra, contaminando o solo e o lençol freático (DIONYSIO; DIONYSIO, 2017).

Outro sério problema no lixão é a presença de vetores de doenças, como germes patológicos, moscas, mosquitos, baratas e ratos, que podem transmitir doenças às pessoas que costumam trabalhar nesses locais. Muitos lixões continuam ativos ainda de forma clandestina; eles constituem a fonte de renda de muitas pessoas que catam alimentos e materiais recicláveis para a venda.

Os aterros controlados (Fig. 3, mosaico 3) são semelhantes aos lixões, com a diferença de que nos aterros controlados os resíduos são dispostos de maneira controlada e recebem uma cobertura de solos. Assim como o lixão, o aterro controlado apresenta o mesmo problema da contaminação do ar, do solo e do lençol freático, porque não ocorre a captação dos gases nem a impermeabilização do solo.

O aterro sanitário (Fig. 4, mosaico 3) é a disposição adequada dos rejeitos, uma vez que o terreno do aterro é preparado com o nivelamento da terra, impermeabilização do solo e o selamento da base com argila e mantas de PVC. Com esse processo, o lençol freático e o solo não são contaminados pelo chorume.

O aterro sanitário possui sistema de drenagem e tratamento do chorume, que depois é devolvido ao meio ambiente sem risco de contaminação; além disso, ocorre a captação dos gases liberados, como metano, seguida da sua queima. Os rejeitos são cobertos diariamente com solo e compactados com tratores nos aterros sanitários; isso dificulta o acesso de agentes vetores de doenças, mau cheiro e poluição visual. Nos aterros sanitários há também poços de monitoramento para que se

avalié constantemente a qualidade da água e haja verificação de eventuais contaminações.

Entretanto, apesar de apresentar esses aspectos positivos e de ser economicamente viável, os aterros sanitários têm vida curta de aproximadamente vinte anos e, mesmo depois de desativados, continuam produzindo gases e chorume.

Destaca-se o fato de que apenas os materiais que não podem mais ser reciclados nem reutilizados podem ir para o aterro sanitário; o lixo orgânico deve ser destinado a uma central de compostagem (Fig. 5, mosaico 3), e os recicláveis devem ir para uma cooperativa de reciclagem; percebe-se, assim, o quanto é importante separar os resíduos domésticos.

Política Nacional de Resíduos Sólidos

O número populacional aumentou nos últimos anos e, conseqüentemente, houve um aumento em larga escala na geração dos resíduos sólidos, porém tal fato não acompanhou um descarte correto destes. É importante ressaltar que um descarte inadequado dos resíduos é prejudicial tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente (Fig. 6, mosaico 3).

A fim de assegurar um manejo adequado dos resíduos sólidos e enfrentar problemas sociais relacionados à destinação inadequada, foi formulada pelo Congresso Nacional a lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS).

Esta política visa à execução de hábitos de consumo sustentável e elenca em seus elementos o incentivo à reciclagem e à reutilização dos resíduos sólidos, bem como a destinação adequada dos dejetos.

Nesse sentido, um dos principais conceitos da lei é o que se refere à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos resíduos sólidos (Fig. 7, mosaico 3), a qual propõe um con-

junto de ações que devem ser executadas pela sociedade juntamente com órgãos públicos. Dentre essas ações está a separação do lixo de acordo com sua classificação e o plano de logística reversa, a qual viabiliza a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao fabricante do produto, a fim de que seja reaproveitado ou tenha uma destinação adequada.

“No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana [...] adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis [...], estabelecer sistema de coleta seletiva, [...] dar disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos [...]” (Cap. III, Seção II, art. 33).

Para quem a lei foi feita e quem deve cumpri-la

A lei foi formulada para toda a sociedade, tanto para governo, empresas, catadores, fabricantes, como para a população em geral. Sendo assim, o cumprimento da lei é também sua responsabilidade; afinal, todos somos geradores de resíduos.

Para que os princípios da lei sejam cumpridos é necessário que os governos (federal, estaduais e municipais) construam planos para o manejo correto dos resíduos e a população conheça e colabore na execução desses planos.

“O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos [...]” (Cap. III, Seção I, art. 25).

Principais objetivos da Lei 12.305/10

A lei estimula várias atitudes a todos os responsáveis:

- Disposição final e adequada dos rejeitos;
- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Gestão integrada de resíduos sólidos;
- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos;
- Adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo;
- Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas.
- Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos.

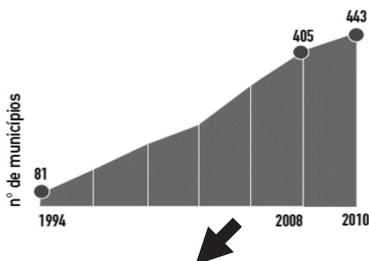
“As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem” (Cap. III, Seção II, art. 32).

Mudanças de acordo com a Lei

Poder Público

A partir da formulação da lei, os municípios são obrigados a tratar os resíduos de forma mais criteriosa e responsável. E o cidadão deve estar atento ao que diz a lei para cobrar medidas dos governantes.

Número de municípios que fazem coleta seletiva



Conforme aponta a lei, os governos municipais e estaduais tiveram prazo de dois anos para elaborar um plano de resíduos sólidos, trazendo um diagnóstico da situação do lixo e metas para a redução e reciclagem, além de dar um fim aos lixões e buscar soluções consorciadas com outros municípios.

Nesse sentido, as prefeituras devem implantar a coleta seletiva de lixo reciclável nas residências, além de sistemas de compostagem para resíduos orgânicos, o que reduz a quantidade levada para os aterros.

No caso do governo federal, a lei obriga a elaboração de um plano nacional, atualizado a cada quatro anos (Sistema Nacional de Informações sobre a gestão de resíduos sólidos, a fim de armazenar dados e informações que sirvam de apoio para o gerenciamento dos resíduos). Tal proposta, além de incluir metas para melhorar o cenário dos resíduos, também deve garantir normas para acesso a recursos federais e meios de fiscalização.

Catadores

A Política Nacional de Resíduos sólidos reforça o importante papel da reciclagem com a participação dos catadores, organizados em cooperativas ou associações.

A força de trabalho que faz a separação dos materiais recicláveis atinge aproximadamente 1 milhão de pessoas no Brasil, incluindo aqueles que percorrem as ruas das cidades para a coleta com suas carrocinhas.



Ao fazer a separação dos resíduos, seguindo as especificações dos diferentes materiais, e prensá-los para montar fardos, as cooperativas funcionam como fontes para a máquina da reciclagem com suas várias engrenagens.

“São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: [...] integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (Cap. II, art. 6º, XII).

Empresas

A lei aponta que é responsabilidade das empresas fabricar embalagens e produtos mais facilmente recicláveis ou que gerem menos impactos ambientais.

Além disso, o setor produtivo deverá informar o consumidor sobre as formas de evitar, reciclar e eliminar resíduos, além de promover a logística reversa dos eletroeletrônicos e outras questões previstas no Artigo 33 da Legislação. Sendo assim, uma das preocupações, e também um desafio para as empresas, é o de conscientizar os consumidores para o descarte adequado de computadores, celulares, eletrodomésticos e outros aparelhos, com apoio dos lojistas e fabricantes.

Com a implantação de tais medidas, espera-se que se estabeleçam algumas mudanças sobre a questão de resíduos sólidos no nosso país, tanto no setor público como no privado, determinando que empresas criem seus próprios planos de gerenciamento de resíduos sólidos e que as prefeituras de cada município se responsabilizem pela coleta e destinação adequada dos dejetos.

Porém, é importante relembrar que tal legislação não garante apenas seu cumprimento pelos órgãos públicos e empresariais, mas também confere responsabilidade dos consumidores, sendo que estes precisam também fazer sua parte para que o lixo deixe de ser um problema. Para que a lei seja bem executada, é importante que ocorra uma mudança de hábitos.

“Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal [...], os consumidores são obrigados a [...] acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos [...]. O poder público municipal pode instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam [...]” (Cap. III, Seção II, art. 35).

Exerça seu papel de cidadão!

1. Devolva os produtos eletrônicos fora de uso conforme informações prestadas pelas empresas.
2. Adote lixeiras diferenciadas por cores para receber materiais recicláveis em condomínios, escolas, associações, lojas e empresas.
3. Separe os materiais secos (plásticos, papéis, latas, vidros) dos úmidos (restos de comida e sujeiras contendo matéria orgânica em geral) (Fig. 8, mosaico 3).
4. O papel do consumidor na responsabilidade compartilhada pelos resíduos urbanos inclui o exercício de seus direitos como cidadão.

Mosaico 3

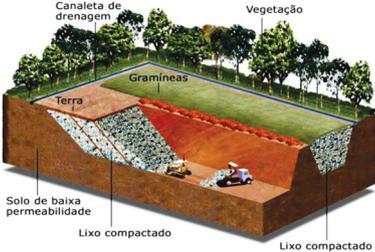
1



2



3



4



5



6



7



8



9



Figura 1: Caminhão de recolhimento de resíduos sólidos – Fonte: <http://www.emecservice.com.br/painel/arquivos/servicos/161120041115caminhao-lixo.jpg>

Figura 2: Lixão a céu aberto – Fonte: <https://pixabay.com/pt/lix%C3%A3o-meio-ambiente-sociedade-2844661/>

Figura 3: Representação de um Aterro Controlado – Fonte: http://2.bp.blogspot.com/-_KVLsIL7Nik/UQ-gJOgKuqI/AAAAAAAAAPU/7X7agCR4MM/s1600/dfrg.jpg

Figura 4: Elaboração de um Aterro Sanitário – Fonte: https://www.carlosbritto.com/wp-content/uploads/2015/11/12208504_1073599422691080_7334857542128337557_n.jpg

Figura 5: Usina Central de Compostagem – Fonte: <http://www.avindima.com.br/wp-content/uploads/2014/10/pg-18-2.jpg>

Figura 6: Descarte incorreto de Resíduos Sólidos – Fonte: [http://s2.glbimg.com/sSUxMoVbHBKjyZ51GPVh44V4Mwo=/1200x630/filters:max_age\(3600\)/s03.video.glbimg.com/deo/vi/54/36/4343654](http://s2.glbimg.com/sSUxMoVbHBKjyZ51GPVh44V4Mwo=/1200x630/filters:max_age(3600)/s03.video.glbimg.com/deo/vi/54/36/4343654)

Figura 7: Ciclo de Vida dos Resíduos Sólidos – Fonte: http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/imagens/199_ext_arquivo.gif

Figura 8: Classificação dos resíduos sólidos em lixeiras – Fonte: <http://www.fragmaq.com.br/wp-content/uploads/2013/09/1-separacao-reciclagem-lixo-domestico.jpg>

Figura 9: Logística Reversa da Empresa Coca-Cola – Fonte: <http://www.cocacolauberlandia.com.br/en/news/ref-pet-2l-is-launched-in-uberlandia-refsrescos/>

Fotos da capa:

1 Destinação incorreta de vidros – Fonte: <https://vip.portalresiduossolidos.com/category/pnrs-br/>

2 Lixeira Verde – Fonte: <http://www.e4environment.co.uk/a-good-life-compost1/>

3. Distribuição dos Resíduos Sólidos no Planeta – Fonte: <https://vip.portalresiduossolidos.com/category/pnrs-br/>

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Cartilha da Política Nacional de Resíduos Sólidos para crianças**. São Paulo: [s.n.], 2015. 19 p. Disponível em: <http://abes-sp.org.br/arquivos/Cartilha_PNRS_para_Criancas_ABES_SP_SELUR.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.

BEEHIVE. **Resíduos**: A importância do descarte correto. Disponível em: <<http://brasil.thebeehive.org/content/1842/4988>>. Acesso em: 20 out. 2016.

CASTILLONI, K. P. **Reduzir, Reutilizar e Reciclar – 3 Rs da Sustentabilidade**. Gestão da Inovação Social. “Sustentabilidade”. 2016. Disponível em: <<http://sustentabilidade.com/reduzir-reutilizar-e-reciclar-3-rs-da-sustentabilidade/>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

CEMPRE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos – Agora é lei**. São Paulo: [s.n.], 2010. 5 p. Disponível em: <file:///C:/Users/administrador01/Downloads/o_195a6efc21jv21lroreeg431pa0a.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016

DIONYSIO, L. G. M.; DIONYSIO, R. B. 2017. **Lixo urbano**: descarte e reciclagem de materiais. Disponível em: <http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvs1/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_lixo_urbano.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018.

JACOBI, P. R.; BESAN; G. R. **Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10>>. Acesso em: 27/02/2018.

MFM, Soluções Ambientais. **O que são resíduos sólidos?**. 2017. Disponível em: <<http://mfmandamental.com/o-que-sao-residuos-solidos/>>. Acesso em: 28 out. 2018.

Ministério do Meio Ambiente. **Coleta Seletiva**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclavéis/reciclagem-e-reaproveitamento>> Acesso em: 28 out. 2018.

REVISTA ÉPOCA. **Os números da reciclagem no Brasil**. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/os-numeros-da-reciclagem-no-brasil.html>>. Acesso em: 20 out. 2016.

STEPHANOU, J. **Gestão Ambiental Empresarial**. Sustentabilidade: Resultados de Pesquisas do PPGA/UFRGS. 2013. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

VALEC. **Cartilha de Educação Ambiental: Descarte de Resíduos**. Programa de educação ambiental, Ferrovia de integração Oeste – Leste (FIOL). Disponível em: <<http://www.valec.gov.br/fiol/download/biblioteca/edambiental/cartilharesiduos310815.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.