

—

FEZES: o que elas nos contam?

CITAÇÃO

W.L., Neuza Rejane *et al.* (2019)
FEZES: o que elas nos contam?,
Rev. Ciência Elem., V7 (03):058.
doi.org/10.24927/rce2019.058

EDITOR

José Ferreira Gomes,
Universidade do Porto

RECEBIDO EM

13 de agosto de 2018

ACEITE EM

13 de junho de 2019

PUBLICADO EM

16 de outubro de 2019

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2019.
Este artigo é de acesso livre,
distribuído sob licença Creative
Commons com a designação
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite
a utilização e a partilha para fins
não comerciais, desde que citado
o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



Neuza Rejane Willie Lima*, Suzete Araujo de Oliveira Gomes*, Luíz Mors Cabral*,

Luíz Antônio Botelho Andrade*; Otílio Machado Pereira Bastos**

*Instituto de Biologia,

**Instituto Biomédico, Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Em termos biológicos, as fezes resultam do material derivado da digestão e absorção dos alimentos que passam pelo tubo digestivo dos animais que, ao final, é expelido pelo ânus ou pela cloaca. Este artigo mostra um panorama da utilização das fezes como objeto de estudo de várias áreas do conhecimento. Abordamos informações sobre: a) a parasitologia de animais extintos; b) a histórica disputa pelo guano (fezes de aves marinhas) que ocorreu na América do Sul; c) a produção de energia, artesanato, pilhas, armamentos de guerra e também dos melhores grãos de café obtidos a partir da utilização das fezes. O uso de fezes como fonte de alimento, excitação sexual, a imitação de formato, tamanho e coloração de fezes como disfarces para evitar predadores, também são aqui abordados. Finalizaremos, relatando que o excesso de limpeza pode ser prejudicial. Dados epidemiológicos revelam que crianças que crescem em extrema condição de limpeza, sem a exposição a doenças causadas por patógenos contidos em fezes, estão mais propensas a desenvolver doenças autoimunes e alergias.

A palavra “fezes” origina-se do substantivo *faex*, em latim antigo significava a borra do vinho que se depositava nos recipientes após a fermentação. Por conseguinte, passou-se a utilizar a palavra fezes para designar o que é excretado, portanto desprezível e impuro. A antiga expressão *populi faex* era utilizada pelos romanos “superiores” para se referir à camada economicamente menos favorecida da sociedade. Porém, podemos verificar que as fezes possuem importância quanto aos aspetos biológicos, médico-sanitários, históricos e econômicos. As fezes são resultado do material derivado de digestão e absorção dos alimentos pelo tubo digestivo dos animais que é expelido pelo ânus ou pela cloaca, dependendo da espécie em questão.¹

Coloração, formato, textura e frequência com que as fezes são eliminadas do organismo podem informar sobre o hábito alimentar (carnívoro, herbívoro, omnívoro), faixa etária (recém-nascido, jovem, adulto) e, mais importante, sobre o estado de saúde ou de doença (diarreias infecciosas, verminoses, fezes sanguinolentas e retenção). A retenção, por exemplo, pode indicar problemas graves no cólon do intestino, como um cancro, ou um simples problema de inadequação alimentar. A retenção das fezes no intestino, por períodos longos, provoca a remoção de água do bolo fecal e, por conseguinte, o resse-

camento, dificultando mais sua eliminação, causam constipação intestinal e dores abdominais. Uma forma de regular o fluxo intestinal, especialmente para as pessoas que têm tendência à retenção, é se alimentar regularmente com fibras, ingerir, pelo menos, um litro de água por dia, defecar agachado, como faz a maioria dos povos do oriente. Desse modo, são evitadas doenças e constipações (o flacoma).²

O flacoma pode ser contornado através de remoção manual, uso de laxantes ou hidro-colonoterapia - prática de lavagem intestinal que já era adotada em povos do Antigo Egito, Grécia Antiga, Índia e durante o reinado de Luís XV.³

Os médicos do Antigo Egito atribuíam a doença denominada *oukhedou* (princípio tóxico contido nas fezes, que uma vez absorvido, coagula o sangue), ao envelhecimento de fezes no organismo, e sua absorção contínua de substâncias tóxicas. Como tratamento e profilaxia, os médicos egípcios prescreviam purgativos, emético e clisteres, visando à retirada deste princípio tóxico do organismo. Além desses procedimentos, por vezes a sangria também era utilizada com a mesma finalidade.³

Estudo das fezes - coprologia

A ciência que estuda as fezes é a Coprologia - que pode ser vista como área em si mesma e também como interseção de outras áreas das ciências, tais como Medicina, Biologia e Paleontologia. Na Medicina, as fezes podem confirmar um diagnóstico (identificação) ou um prognóstico (previsão) para certas doenças, sobretudo aquelas decorrentes das parasitoses. Na Biologia, as fezes servem para o estudo de relações ecológicas contemporâneas, comportamento, aspectos do metabolismo orgânico.

Na Paleontologia, as fezes fossilizadas²- coprólitos (FIGURA 1) - são importantes instrumentos para compreender relações ecológicas em distintas eras geológicas.^{4, 5, 6, 7}

O coprólito ilustrado na FIGURA 1 não apresenta nenhum parasita em seus ovos. Essa mesma figura também retrata um pioneiro na Paleoepidemiologia e Paleoecologia de populações pré-históricas, professor Luiz Fernando Ferreira, que aponta para um coprólito.



FIGURA 1. Imagem de material da Coleção de Coprólitos e Material Paleoparasitológico, pertencente ao professor Luiz Fernando Ferreira, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Brasil. (Fonte: foto de Otilio Machado Pereira Bastos)

Na sequência, citam-se exemplos destas interseções, socializando o conhecimento produzido nos programas de estudo, das diversas áreas do conhecimento referidas anteriormente, tendo as fezes como foco principal.

Mensagens inscritas nos coprólitos - Paleontologia

Estudando coprólitos é possível desvendar fenômenos remotos: a coevolução entre plantas e herbívoros; os hábitos alimentares de animais pré-históricos; as migrações de grupos humanos da Antiguidade.^{2,5,8}

Assim, ao longo da história coevolutiva de espécies angiospérmicas e animais frutívoros, como pássaros e mamíferos, tornou-se evidente que as enzimas do trato gastrointestinal de alguns animais aumentam o percentual de germinação das sementes e a dispersão das mesmas através das fezes. Em outras palavras: sementes ingeridas e transportadas pelos animais, excretadas com as fezes, germinam em menor espaço de tempo, principalmente se forem depositadas no solo, longe da planta-mãe⁹.

Porém, o que aconteceria às plantas que adotaram essa estratégia se os predadores de seus frutos se extinguissem? A resposta pode parecer simples, contudo, em se tratando de natureza, vários fatores podem reformular um caminho evolutivo falsamente previsível. A história evolutiva das plantas da família Cucurbitaceae, exemplifica bem tal situação.¹⁰

Essa família é composta por cerca de mil espécies - sendo que algumas fazem parte da dieta alimentar humana, tais como abóbora, abobrinha, melancia e pepino. Entretanto, essas plantas quase tiveram o seu final quando as espécies de herbívoros que compunham a megafauna foram extintas durante uma faixa temporal que compreende o final do Plistoceno e início do Holoceno. Provavelmente, a ação predatória humana também pode ter contribuído nesse processo de redução da Cucurbitaceae.

O Holoceno teve início aproximadamente a 11,7 mil anos atrás, após o último período glacial, sendo a idade geológica em que vivemos hoje. Cabe ressaltar que as espécies da família em questão, que não foram domesticadas pelo homem, apresentam substâncias que conferem sabor amargo, perceptíveis principalmente entre mamíferos de pequeno porte.

Os grandes mamíferos são incapazes de sentir o amargor pronunciado dessas plantas e, provavelmente, os mamíferos da megafauna as consumiam normalmente, diferentemente dos pequenos mamíferos que apresentam receptores específicos nas papilas gustativas para substâncias de sabor amargo. Esses receptores são cientificamente denominados pela sigla em inglês *TAS2R*⁵. Esse fato explica o porquê de, apesar da toxicidade, grandes quantidades de restos de Cucurbitaceae serem encontradas em fezes fossilizadas (coprólitos) dos grandes mamíferos extintos.

Os coprólitos também foram importantes para desvendar parte da história dos humanos nas Américas.⁴ A partir do estudo do DNA mitocondrial isolado em amostras de coprólitos, soube-se que os humanos já dominavam o continente americano há cerca de 14 400 anos.¹¹ No entanto, ainda pairam dúvidas quanto às rotas utilizadas para a travessia entre o Velho e Novo Mundo. O estudo de coprólitos sugeriu mais de uma rota migratória humana entre os continentes. Isto fica evidente ao considerarmos a infestação pelo helminto nematoide *Enterobius vermicularis*, que causa a oxiuríase nas Américas.¹²

A infestação se dispersou a partir da passagem humana pelo Estreito de Bering, por se tratar de uma resposta dos organismos que não necessitam de contato com o solo. Por outro lado, seguindo esta mesma lógica, fica difícil compreender como a infestação humana por ancilostomídeos (vermes helmintos nematóides), que requerem estágios larvares que evoluem obrigatoriamente no solo, sob as condições de temperatura entre

25°C e 30°C, possa ter ocorrido exclusivamente pelo Estreito de Bering. Isto abre a possibilidade de uma via marítima como alternativa viável, como foi proposto por Samuel T. Darling, em 1921¹³ e por Fred L. Soper, em 1927.¹⁴

Os coprólitos também envolvem questões econômicas relevantes e guerras.^{2,15} Em 1842, foi descoberta na Inglaterra uma grande reserva de coprólitos de idade pliocênica rica em fosfato - prontamente extraídos em toneladas durante 40 anos para a produção de fertilizantes agrícolas. Essa reserva voltou a ser explorada comercialmente durante a Primeira Guerra Mundial para produzir munições utilizadas pelas forças armadas britânicas. A maior parte da transformação de coprólito para fosfato ocorreu na cidade de Ipswich. A rua na qual ocorria a refinação do fósforo recebeu o nome de Coprolite Street (Rua do Coprólito).

A disputa pelas fezes de aves marinhas - guano

Antes da Primeira Guerra Mundial, a disputa por fezes de aves marinhas - o guano - ocorreu entre três países sul-americanos: Chile, Bolívia e Peru.² Nesse contexto, ressaltase que as ilhas de guano na costa marítima de Chile e Peru e, antigamente, da Bolívia, se formaram nos desertos de Tarapacá e Atacama, onde a corrente Humboldt aflora no Pacífico Sul. A água dessa corrente propicia uma riqueza em plâncton e cardumes de peixes que atraem e mantêm inúmeras aves marinhas. Essas aves se alimentam no mar e passam um tempo na terra, onde defecam quantidades cumulativas e monumentais de guano. Como a região é extremamente árida, todo esse material não é levado pela chuva para o mar ou para o interior do sedimento, como ocorre em outras áreas costeiras. Consequente, montanhas de guano com centenas de metros são formadas ao longo de toda a costa. A riqueza dessas fezes se explica pela quantidade de fósforo, nitrogênio e potássio. Para além de sua utilidade como fertilizante, descobriu-se que o guano continha valiosas substâncias que podiam ser usadas também na produção de explosivos - o que suscitou a disputa entre o Peru, Chile e Bolívia. Os confrontos, ocorridos entre 1879 e 1883, historicamente conhecidos como batalhas da Guerra do Pacífico ou do Guano, resultaram em muitas mortes. O Chile saiu vencedor dessa guerra, anexando as áreas ricas em guano. O Peru perdeu a província da região de Tarapacá e a Bolívia perdeu suas terras que eram banhadas pelo Oceano Pacífico, a Província de Antofagasta, questionada por este país até hoje.

A produção de energia a partir das fezes

Ônibus ingleses são movidos por gases produzidos a partir de fezes humanas - o biogás ou biometano.² A Northumbrian Water é uma companhia inglesa conhecida por aproveitar a "energia das fezes" - fazer uso de dejetos humanos para geração de gás e eletricidade a partir do biogás, gerando uma economia de cerca de 15 milhões de libras por ano, reduzindo a geração de aproximadamente 135 a 180 litros de esgoto/dia por pessoa.

O biogás é composto de vários gases resultantes de processo de decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Alguns estão presentes em grandes quantidades - casos do metano (CH₄) e do dióxido de carbono (CO₂). Em menores quantidades, encontram-se a amônia (NH₃), o hidrogênio (H₂), o gás sulfídrico (H₂S), o azoto (N₂) e o oxigênio (O₂).

Produzir biogás a partir da decomposição de esterco bovino, avícola, suíno e outras matérias orgânicas derivadas de restos de produtos agrícolas, ocorre em várias partes do

mundo. Em 2017, essa atividade chegou a empregar 333 mil pessoas.

O melhor café passa pelas fezes

A questão econômica e cultural mais inusitada para o uso das fezes se dá no caso da produção de grãos de café com aroma peculiar, devido à *reação de Maillard* – ocorre em açúcares e aminoácidos que resulta em centenas de compostos aromatizantes. As sementes de café, ingeridas por alguns animais, sofrem a ação de ácidos e enzimas. Os grãos, quando defecados e tratados, possuem aroma especial e alto valor de mercado (entre US\$500 e US\$3.000 por quilo).² O café produzido no estado do Espírito Santo, Brasil, é chamado de Jacu Bird Coffee e tornou-se rentável, invertendo uma situação considerada prejuízo devido ao ataque do jacu aos cafezais.

Jacu é um pássaro do gênero *Penelope* que ocorre nas Américas, sendo indicativo de boa qualidade do ambiente. No Brasil, existem sete espécies de jacu e algumas eram domesticadas pelos índios devido a sua docilidade. Na região do estado do Rio de Janeiro esse pássaro costuma frequentar residências em busca de alimento (FIGURA 2).



FIGURA 2. Fotos de exemplares macho (esquerda) e fêmea (direita) de jacu (*Penelope* sp.), em uma residência na cidade de Petrópolis, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: foto de Sônia Maria Silveira Fontenelle Bizerril)

No Vietnam, o café chamado *Weasel Coffee* é oriundo de grãos defecados por doninha-anã

(*Mustela nivalis*). Na Tailândia, o grão de café defecado pelo elefante asiático (*Elephas maximus*) é chamado de Black Ivory. No caso da civeta (*Civettictis civetta*), o animal criado em condições inadequadas é obrigado a ingerir o café pelos produtores das ilhas de Sumatra, Java, Balie Sulawesi, nos arquipélagos da Indonésia. Apesar do café não fazer parte da dieta natural da civeta, esse animal, assim como o jacu, seleciona os melhores grãos. A produção do *Kopi Luwak* (Café Civeta) causa comoção entre os defensores dos direitos dos animais devido às condições de cativeiro providas às civetas. O café obtido através das fezes da civeta é o mais caro do mundo - além do sabor especial a quantidade produzida por animal é restrita.

As fezes facilitando a produção do óleo de Argan

No Marrocos, observa-se outra situação que envolve fezes de animais e Economia. Naquele país as cabras sobem em árvores para comer frutos de argan *Argania spinosa*. A polpa das frutas é um excelente alimento para as cabras, porém as sementes não são digeridas e saem inteiras nas fezes. Os pastores marroquinos aproveitam esse hábito das cabras para obter as sementes de argan livres das polpas e ainda intactas. Após as suas atividades rotineiras, eles retiram as sementes das fezes das cabras e do material regurgitado pelo animal que é expelido esporadicamente. Desse modo, os pastores marroquinos obtêm centenas de sementes sem interromper a sua rotina de trabalho. As sementes retiradas das fezes e vômitos são lavadas, secas ao sol, abertas e prensadas para obtenção de óleo de argan - utilizado para produção de cosméticos para pele e cabelo em todo mundo de forma muito rentável economicamente.

Fezes e pilha de combustível

Outro exemplo de uso economicamente rentável de fezes de animais: o panda gigante *Ailuropoda melanoleuca*. Esses animais são carnívoros que adotaram dieta típica dos herbívoros ao se alimentarem prioritariamente de brotos de bambu, ingerindo 40 quilos/dia e defecando praticamente a mesma quantidade.¹⁷

A quebra da celulose no intestino do panda gigante é realizada por mais de 270 bactérias. Em 2003, o microbiologista Fumiaki Taguchi e sua equipe¹⁷ selecionaram as cinco bactérias mais eficazes e verificaram que estas foram capazes de reduzir 100 quilos de fezes para uma massa final de 3 quilos de resíduos, durante três semanas numa máquina de tratamento de resíduos industriais. Essas cinco bactérias são mais eficientes que aquelas disponíveis até então, possibilitando a sua utilização para fabricar uma pilha de combustível ligada a um módulo de tratamento de resíduos em empresas agroalimentares.

Objetos artísticos feito de fezes

Outro inusitado uso das fezes de panda gigante é a produção de peças artísticas.^{2,17} A utilização artística com as fezes do animal ocorre após a esterilização a 300°C para garantir a eliminação de microrganismos. A produção de fezes de aproximadamente 2500 pandas gigantes, criados na Reserva Chengdu, na província de Sichuan, no centro oeste da China, totalizava 200 toneladas/ano. Para remoção dessas fezes das dependências da reserva eram gastos em torno de US\$800 ao mês. Por este motivo, em 2000, os dirigentes dessa reserva propuseram a utilização das fezes na produção de exóticas

esculturas, papéis e cartões que versam sobre pandas gigantes.

Os produtos, à base das fezes processadas, são vendidos para os turistas que visitam a essa reserva. Em 2010, Uli Sigg, um colecionador de arte contemporânea e ex-embaixador da Suíça, na China, adquiriu por US\$2.700,00 uma réplica da estátua da Vênus de Milo confeccionada com fezes de panda gigante – que também são utilizadas para fertilizar e produzir o chá mais caro do mundo. Esse animal aproveita somente 30% dos nutrientes contidos nos brotos de bambu. Desse modo, seus excrementos são ricos em vitaminas e minerais, sendo um perfeito fertilizante.

Doenças transmitidas por fezes

Muitas doenças são transmitidas direta ou indiretamente pelas fezes.² Por exemplo, os ovos de *Shistosoma mansoni* (trematódeos) eliminados nas fezes, ganham os cursos de água, eclodem, se transformam em miracidios, que nadam livremente e penetram em um hospedeiro intermediário – um caramujo do Gênero *Biomphalaria*. Em alguns dias, após várias transformações do parasita, o caramujo começa a liberar milhares de larvas infectantes denominadas cercárias, capazes de penetrar ativamente na pele do hospedeiro definitivo, especialmente humanos, fechando o ciclo.

Uma doença emblemática, o mal de Chagas, com patologia cardíaca e/ou digestória, é transmitida pelas fezes de um inseto que, por picar as pessoas no rosto, enquanto dormem, são chamados de barbeiro. Esses insetos pertencem à família *Reduviidae* (gêneros *Triatoma*, *Rhodnius*, *Panstrongylus*, entre outros) e ocorrem na Bolívia, Peru, Chile, Argentina, Paraguai, Uruguai e no Brasil (onde é bastante conhecido por transmitir a Doença de Chagas).¹⁸

No início pensou-se que a transmissão do agente etiológico da doença – o protozoário *Trypanosoma cruzi*, se dava pela picada do barbeiro. Verificou-se, mais tarde, que o barbeiro defeca no local onde ele faz o repasto sanguíneo e o hospedeiro, ao coçar, favorece o processo de espalhamento dos dejetos e a penetração ativa do protozoário na pele ferida.

Outros insetos também transmitem patógenos através de suas fezes. Pode-se citar como exemplo a bactéria *Bartonella quintana* que está presente nas fezes do piolho humano e do piolho que infesta os gatos. Essa bactéria é causadora da Febre das Trincheiras, também conhecida como Febre de Cinco Dias ou Febris Quintana, que assolou os soldados da Primeira e da Segunda Guerra Mundial.¹⁹

O Tifo Endêmico é causado pela bactéria *Rickettsia prowasekii* - também um parasita intracelular que vive no intestino do piolho. A transmissão também ocorre através do contato das fezes do piolho com as feridas abertas devido às coceiras causadas pela sua picada.

A pulga *Pulex irritans* transmite a bactéria *Yersinia pestis* através das suas fezes, causando doença que recebe as seguintes denominações: Febre Bubônica ou Peste ou Bubônica ou ainda Tifo Murino ou Peste.

A peste ainda não foi exterminada da nossa sociedade. Ainda hoje leva à morte de humanos no oeste dos Estados Unidos, na base das montanhas dos Himalaias, Mongólia, Manchúria e Ucrânia e na região dos Grandes Lagos africanos e algumas regiões dos Andes e no Brasil. É sabido que esta doença dizimou cerca de 25% da população da Europa entre os séculos XIV e XVII. Na história moderna da humanidade, essa doença

só é superada pela Malária, em termos de número de vítimas, uma vez que anualmente causa 400 mil mortes em áreas tropicais e subtropicais.²

Afinidades pelas fezes - coprofilia e coprofagia

Uma questão vista com reservas é a coprofilia humana - excitação sexual relativa ao contato com fezes. Essa prática pode incluir manipulação, fixação, ato de fotografar ou desenhar, envolver afeto ou transtornos obsessivos ligados às fezes que podem abranger um largo espectro de práticas, podendo inclusive chegar à coprofagia (ingestão de fezes).

As crianças, por outro lado, podem praticar a coprofagia por curiosidade ou brincadeira, além de relacionar a evacuação à forma de presentear seus pais², conforme propôs Sigmund Freud (1856-1939).

No caso de animais, a coprofagia pode estar especificamente relacionada à retirada de marcadores de território - caso de cães - ou envolver, de modo mais abrangente, a obtenção de alimento - caso dos besouros conhecidos com rola-bosta (FIGURA 3).



FIGURA 3. Um escaravelho ou rola-bosta (*Canthon latipes*)²⁰ em ação, empurrando a bola de fezes de cão com cerca de 2 cm de diâmetro na cidade de Niterói, estado do Rio de Janeiro. As suas patas dianteiras dão propulsão ao movimento e as patas traseiras (esquerda) conduzem o material. A foto à direita ilustra o rola-bosta em cima da bola de fezes feita pelo mesmo. (Fonte: foto de Neuza Rejane Wille Lima)

Esses insetos, pertencentes à subfamília Scarabaeinae, utilizam fezes de mamíferos para se alimentar. As fêmeas também aproveitam das fezes para colocar os seus ovos. As larvas, quando eclodidas dos ovos, também se alimentam das fezes.²¹

Um rola-bosta é capaz de transferir com eficiência as bolas de fezes por vários metros, até enterrá-las em galerias cavadas por ele mesmo, com se verifica em vídeo disponível no site Diário de Biologia.²² Observa-se que para o rolamento das bolas de fezes, os besouros andam de ré - utilizam as patas traseiras para orientar e as dianteiras para dar propulsão. Ao enterrar as bolas de fezes, o rola-bosta reduz a presença de moscas que colocam os seus ovos nestas (casos da mosca-do-chifre *Haematobia irritans*; da mosca-de-estábulo *Stomoxys calcitrans* que sugam sangue de animais bovinos, equinos, suínos e caprinos, prejudicando o desenvolvimento e a saúde dos mesmos).

Em 1989, a espécie de rola-bosta de origem africana *Digitonthophagus gazela* foi introduzida com sucesso nos pastos brasileiros para controlar com mais eficiência a mosca-do-chifre. Essa espécie de rola-bosta é mais eficaz que as espécies brasileiras na remoção de fezes dos pastos, justificando a introdução. Esse tipo de introdução também foi praticado por outros países. A espécie em questão foi primeiramente introduzida no

Havaí e, posteriormente, na Austrália e em outros países da América do Norte e América do Sul.

Demarcação de território com fezes

Para demarcar território, a espécie de lontra neotropical *Lontra longicaudis* deposita suas fezes juntamente com secreção anal em locais visíveis do hábitat (rochas e troncos nas margens de ambientes aquáticos) e no interior de abrigos. Essas marcações também servem para estabelecer a dominância hierárquica entre os membros da população.²³

Espécies de marsupiais australianos da família *Vombatidae*, popularmente conhecidos como vombate, defecam as fezes no formato quadrado, sendo descritas como as mais secas. Os 80 a 100 cubos de fezes expelidos por cada vombate, a cada noite, resultam de um processo de digestão longa e lenta que ocorre entre 14 e 18 dias. As fezes são utilizadas para demarcar o território desses animais que vivem solitários e se só reúnem no período reprodutivo.²⁴

Imitando as fezes

A planta *Ceratocaryum argenteum* pertence a um gênero endêmico da Província do Cabo, na África do Sul. Essa espécie produz sementes com aspecto e substâncias que mimetizam as fezes do antílope africano *Taurotragus oryx*.²⁵ Esse mimetismo atrai a ação de rola-bostas que enterram as sementes. Dessa forma, possibilitam a germinação, afastando possíveis predadores. Sem esse processo, as sementes não germinam. Porém, o besouro não obtém nenhum benefício com isso. Acredita-se que o impacto desse processo sobre os rola-bostas não é significativo porque a planta libera as sementes em um curto período do ano.

Lagartas da borboleta da espécie *Papilio xuthus* também mimetizam fezes, expressando até o quinto instar da metamorfose a coloração que mistura as cores preto e branco que se assemelham a fezes de pássaros, e assim, evitam a predação.²⁶ Através de manipulação de lagartas que ainda não atingiram o quinto instar - com substância análoga ao hormônio juvenil destas-, as pesquisadoras Ryo Futahashi e Haruhiko Fujiwara demonstraram ser possível impedir que elas passassem a espessar a cor verde, fenômeno que normalmente ocorre nas últimas fases da metamorfose. A cor verde expressa pela lagarta até se transformar em borboleta, serve para a camuflagem entre as folhas do ambiente.

As aranhas-caranguejo *Phrynarachne ceylonica*, que habitam florestas do Sudeste da Ásia, também mimetizam cor, formato, tamanho e odor de fezes de pássaros.²⁷ Quando estão em suas teias se parecem com respingo de fezes e, assim, passam despercebidas para as moscas que são suas presas e para os seus predadores.

Uma pílula feita de fezes

A coprofagia é maléfica para os barbeiros, pois ao se infectarem por protozoários como *T. cruzi* e *T. rangeli*, estabelecem outro tipo de transmissão e dispersão de patógenos. Entretanto, essa forma de alimentação pode ser benéfica para suas crias.²

Essas espécies podem se valer da introdução de seu aparelho bucal em suas ninfas ou filhotes e também no dorso de outros insetos adultos. Curiosamente, o hábito dos adultos de se alimentarem de fezes das formas jovens, causa nestas a contaminação por bactérias simbiotas oriundas da sua microbiota intestinal. Tal contaminação favorece o bem-estar das ninfas, tendo em vista que estas bactérias produzem aminoácidos e vitaminas.

De modo benéfico, os filhotes de mamíferos que ingerem fezes de suas próprias mães possibilitam obter as bactérias que irão digerir os vegetais por eles ingeridos.²

Também é o caso dos filhotes do coala *Phascolarctos cinereus*, do panda gigante e das três espécies de elefantes - africana *Loxodonta africana*, de savana *L. cyclotis* e a asiática *E. maximus*. Os adultos de elefantes asiáticos se alimentam das fezes de outros adultos, introduzindo sua tromba diretamente no ânus de outros membros da manada para repor a flora intestinal, conforme apresentado no Diário de Biologia.²⁸

Dados epidemiológicos revelam que crianças que crescem em extrema condição de limpeza e na ausência de certo limiar de exposição antigênica, são mais propensas a desenvolver doenças autoimunes e alergias.²⁹ Essa noção, conhecida como Hipótese Higiênica, ressalta a importância da estimulação do sistema imunológico de mucosa no estabelecimento da imunidade contra microrganismos patogênicos.

Os humanos recém-nascidos apresentam-se sem microbiota intestinal, mas a colonização bacteriana intestinal ocorre logo no momento do parto natural ou pela amamentação. Uma microbiota intestinal saudável é composta por mais de 500 espécies de bactérias que formam uma barreira contra os microrganismos patogênicos invasores. Essas bactérias comensais influenciam os mecanismos de defesa dos seus hospedeiros contra os patógenos, estimulando as respostas imunológicas locais e sistêmicas. Dá-se o nome de microbiota ao conjunto dos microrganismos que habita um determinado hospedeiro, podendo conter – caso de humano - 10 vezes mais microrganismos do que o número total das células eucariotas.

O conjunto dos genes da microbiota é denominado microbioma e ao conjunto das biomoléculas produzidas pela microbiota, dá-se o nome de metaboloma. Esse consórcio microbiano influencia o sistema imunológico e o metabolismo do hospedeiro e pode, em condições de desequilíbrio, provocar obesidade e infecções recorrentes por bactérias patogênicas como o *Clostridium difficile*. Esse microrganismo provoca diarreia, cólicas e náuseas, incapacitando o indivíduo. Embora alguns antibióticos potentes e caros sejam capazes de eliminar essa bactéria, eles matam também outras bactérias benéficas ao organismo, produzindo um efeito colateral. Para lidar com este problema, algumas pesquisas recentes vêm demonstrando a importância de se realizar transplantes de fezes de um indivíduo sadio para outro com o objetivo de restaurar o equilíbrio da flora intestinal e, assim, controlar a infecção pelo *Clostridium difficile*.

No entanto, isto é feito por meio de procedimentos invasivos e caros, como colonoscopia ou endoscopia. Uma alternativa aos transplantes fecais tem sido proposta e utilizada. Ela consiste em administrar ao paciente uma pílula de fezes. Esses comprimidos, geralmente produzidos como uma capsula de gel, contêm microrganismos da flora intestinal de pessoas saudáveis e já estão sendo testados com sucesso em pacientes com infecção por *C. difficile*. Em alguns hospitais, já começa a se organizar um verdadeiro banco de doadores de onde as bactérias são isoladas, processadas em laboratório e embaladas em cápsulas de gel triplamente revestidas, para que o conteúdo não se dissolva no organismo até que chegue ao intestino. Ao todo, são necessárias uma média de 30 cápsulas por paciente ao longo do tratamento. Atualmente, se investiga quais bactérias são mais potentes para competir com o *C. difficile*. Quando identificadas, serão cultivadas em laboratório e administradas como probióticos, pílulas aos doentes que não precisariam mais receber toda uma gama de bactérias fecais.

As desvantagens da limpeza

Dados epidemiológicos revelam que crianças que são criadas em extrema condição de limpeza e ausência de exposição a doenças causadas por patógenos estão mais propensas a desenvolver doenças autoimunes e alergias.³⁰

Para testar essas evidências um grupo de 17 pesquisadores, pertencentes a instituições da Estônia, Finlândia e Estados Unidos da América, analisou o microbioma das fezes de 222 bebês de três anos oriundos da Estônia, Finlândia e Rússia. Posteriormente, ao analisar o microbioma de 1 584 amostras de fezes, os pesquisadores verificaram que espécies de bacteroides eram muito abundantes em bebês da Finlândia e Estônia, mas pouco abundantes em bebês da Rússia. A pesquisa mostrou que o lipopolissacarídeo desses bacteroides - caso da espécie *Bacteroides dorei* - não era capaz de fazer com que células mononucleares do sangue produzissem citocinas.

As citocinas são polipeptídeos ou glicoproteínas produzidos por diversos tipos celulares e capazes de modular a resposta celular de diversas células, incluindo dela própria. Por outro lado, sabe-se que a *Escherichia coli*, bactéria que se encontra normalmente no trato gastrointestinal inferior dos organismos endotérmicos, é capaz de induzir as citocinas.

Paralelamente ao estudo com os bebês, os pesquisadores testaram se a supressão do sistema imune causada pelo lipopolissacarídeo de *B. dorei* - mais abundante nas crianças da Estônia e da Finlândia - favoreceria o desenvolvimento de doença autoimune em camundongos com diabetes.

Quando os camundongos eram injetados com lipopolissacarídeo de *E. coli* havia um atraso no aparecimento ou redução da incidência da diabetes. O mesmo não ocorria com o lipopolissacarídeo de *B. dorei*. Assim, concluiu-se que a presença de *E. coli* no intestino dos bebês “educa” o sistema imune dos mesmos. Esse fenômeno não ocorre com os bacteroides que, provavelmente, inibem este “aprendizado”, atrapalhando o desenvolvimento do sistema imune dos bebês.

Conclusão

As fezes estão longe de serem somente os restos de uma refeição, uma simples eliminação daquilo que os animais consumiram, mas não aproveitaram. Elas são uma parte importante da história natural dos seres vivos e têm servido como fonte alternativa de energia e até de inspiração artística. Através das fezes podemos identificar o hábito alimentar dos animais,³¹ contar inúmeras histórias² e, principalmente, entender a natureza por diferentes ângulos e interfaces.

**Os autores escrevem na variante brasileira do português.*

REFERÊNCIAS

- ¹ [Dicionário Infopédia de Termos Médicos \[em linha\]](#). Porto Editora, 2003-2018.
- ² LIMA, N. R. W. *Cocô: uma fábrica de histórias*. ABDIn/PERSE, Niterói, Brasil, 2017.
- ³ REZENDE, J.M. *A crença na autointoxicação por estase intestinal e sua história*. Cap. 8, 83-96. In: REZENDE, J. M. (org.) *À sombra do plátano: crônicas de história da medicina*. Editora Unifesp. São Paulo, 2009.
- ⁴ ARAÚJO, A. J. G. & FERNANDO FERREIRA, L. F. *Paleopatologia e Paleoepidemiologia: Estudos Multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, 1992.
- ⁵ DENTZIEN-DIAS, P.C. et al. [Paleobiology of a unique vertebrate coprolites concentration from Rio do Rasto Formation \(Middle/Upper Permian\), Paraná Basin, Brazil](#). *Journal of South American Earth Sciences*, 40, 53-62. 2012.
- ⁶ HOLZ, M. et al. [A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America](#). *Journal of South American Earth Sciences*, 29, 381-399. 2010.

- ⁷ FERREIRA, L. F. et al. *Foundations of paleoparasitology*. Editora Rio de Janeiro. 2014.
- ⁸ ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. *Infecções parasitárias na pré-história da América do Sul*. 51-60. In: Barradas, R., Barreto, M. L., Almeida Fo., N., Veras, R. P. (orgs). *Epidemiologia: contextos e pluralidade* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, Epidemiológica series, 4, 172. 1998.
- ⁹ DEL-CLARO, K. & TOREZAN-SILINGARDI, H. M. *Ecologia das Interações Plantas-Animais: Uma Abordagem Ecológico-Evolutiva*. Technical Books Livraria, 1ª. Edição. Rio de Janeiro. 2011.
- ¹⁰ KISTLER, L. et al. *Gourds and squashes (Cucurbita spp.) adapted to megafaunal extinction and ecological anachronism through domestication*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(49), 15107-15112. 2015.
- ¹¹ GILBERT, M. T. P. et al. *DNA from Pre-Clovis Human Coprolites in Oregon, North America*. *Science*, 320, 786-789. https://www.researchgate.net/publication/26659077_Comment_on_DNA_from_Pre-Clovis_Human_Coprolites_in_Oregon_North_America. 2008
- ¹² FERREIRA, L. F. et al. *Infecção por Enterobius vermicularis em população pré-colombianas no Chile*. *Cadernos de Saúde Pública*, 1, 112-113. 1985.
- ¹³ DARLING, S.T. Observations on the geographical and ethnological distribution of hookworms. *Parasitology*, 12, 217-233. 1920.
- ¹⁴ SOPER, F.L. The report of a nearly pure ancylostoma duodenale infestation in native South Americans Indians and a discussion of its ethnological significance. *American Journal of Hygiene*, 7, 174-184. 1927.
- ¹⁵ ARANA, D. B. *Historia de la guerra del pacifico (1879-1880)*. Libreria Central de Servat I. Santiago, 1880.
- ¹⁶ O' CONNOR, B. *The origins and development of the British coprolity industry*. *Minig History: The Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*. 14, 5, 46-57. 2001.
- ¹⁷ FONSECA, J. P. & LIMA, N. R. W. *Desinteresse sexual do Panda Gigante: lenda ou fato?* EDUFF, Niterói, Brasil. 2012.
- ¹⁸ VINHAES, M. C. & DIAS, J. C. P. *Doença de Chagas no Brasil*. *Caderno de Saúde Pública*, 16, Sup. 2, 7-12. 2000.
- ¹⁹ Lima, N.R.W. et al. *Piolho*. *Rev. Ciência Elem.*, Mar; V5(03):047. 2017 doi.org/10.24927/rce2017.047
- ²⁰ SILVA, P. G. et al. *Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil*. *Biota Neotropical*, 11(4), 329-345. 2011.
- ²¹ HALFFTER, G. et al. *Food relocation and the nesting behavior in scarabaeus and kheper (Coleoptera: Scarabaeinae)*. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(2), 305-324. 2011.
- ²² PATRÍCIA, K. *Besouro Rola-bosta: O nome já diz tudo!* (vídeo).
- ²³ SANTOS, L. B. & REIS, N. R. *Uso de abrigos e locais de marcação por Lontra longicaudis (Olfers, 1818) em ambientes lótico e semilótico*. *Biota Neotropica*, 12, 199-205. 2012.
- ²⁴ WELLS, R. T. *Fauna of Australia*. Volume 1B, Mammals, 32. Vombatida.
- ²⁵ MIDGLEY, J. J. et al. *Faecal mimicry by seeds ensures dispersal by dung beetles*. *Nature Plants*, 1, article number: 15141, DOI: 10.1038. 2015.
- ²⁶ FUTAHASHI, R. & FUJIWARA, H. *Juvenile Hormone Regulates Butterfly Larval Pattern Switches*. *Science*, 5866, 1061. 2008.
- ²⁷ *ZOOLOGGER: A spider that looks and smells like bird droppings*. *New Scientist*, 2015.
- ²⁸ PATRÍCIA, K., *5 animais que fazem coisas supernojentas com o próprio cocô*. [vídeo], Diário de Biologia.
- ²⁹ Aas, J. et al. *Recurrent Clostridium difficile Colitis: Case Series Involving 18 Patients Treated with Donor Stool Administered via a Nasogastric Tube*. *Clinical Infectious Diseases*, 36, 580-5, 2003.
- ³⁰ VATANEN, T. et al. *Variation in Microbiome LPS Immunogenicity Contributes to Autoimmunity in Humans*. *Cell*, 165, 842-853. 2016.
- ³¹ CHAME, M. *Terrestrial Mammal Feces: a Morphometric Summary and Description*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 98, 71-94. 2003.