

Figura 1. Escórias obtidas pela fusão de escórias e sucatas de alumínio em fornos que utilizam cloreto de sódio como fundente



GEOLOGIA AMBIENTAL Rejeitos do reaproveitamento do metal podem poluir solo e águas

Como reciclar alumínio sem riscos ambientais

O alumínio reciclado (a partir de latas de bebidas, por exemplo) representa hoje cerca de 25% do consumo total dessa matéria-prima. Mas os rejeitos das indústrias que realizam essa reciclagem, se não forem tratados, podem ser prejudiciais ao meio ambiente. **Mirian Chieko Shinzato e Raphael Hypolito**, do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental (Instituto de Geociências) da Universidade de São Paulo, apontam quais são esses riscos e como minimizá-los.

A crescente industrialização da sociedade moderna, nas últimas décadas, tem levado, de várias maneiras, a um drástico aumento na degradação do meio ambiente. Uma das formas dessa degradação é o lançamento de rejeitos industriais em corpos d'água ou no solo. A falta de legislação e fiscalização mais rígidas quanto à disposição desses rejeitos vem contribuindo para o aumento do volume de lixo em locais impróprios, como rios, lagoas, aterros ilegais e até áreas de mata.

Os altos preços cobrados pelos aterros apropriados para receber os resíduos industriais estimulam muitos empresários a descartá-los por meios mais baratos e sem medidas de proteção à saúde e ao meio ambiente, como em aterros clandestinos. Cabe ressaltar que mesmo os aterros sanitários e industriais

não representam uma solução definitiva, já que sua área e vida útil são limitados.

Os estudos sobre a redução desses resíduos apontam para a necessidade de mudanças nos processos industriais, mas essas soluções nem sempre são aceitas, porque afetam a produção ou requerem maiores investimentos. Por isso, a reciclagem de rejeitos tem sido a prática mais adotada. Além de valorizar, de certa forma, aquilo que antes era considerado lixo, o reaproveitamento contribui para a diminuição dos impactos ambientais.

A reciclagem de sucatas de alumínio é realizada há cerca de 10 anos, com expressiva participação da sociedade (os catadores de latas, por exemplo). Entre seus benefícios destaca-se a economia de energia, já que a reciclagem é responsável por cerca de

25% do total de alumínio utilizado no mundo e gasta apenas 5% da energia consumida pela indústria primária. Além disso, tal prática gera empregos e ajuda a reduzir o volume de lixo destinado aos aterros sanitários.

Os rejeitos da reciclagem de alumínio

Como acontece em muitas outras atividades, a indústria do alumínio (primária ou secundária) gera inevitavelmente, durante o processo de fusão do metal, quantidades elevadas de escórias. No caso da indústria primária, que obtém o alumínio a partir do tratamento da bauxita (minério de alumínio), as escórias podem conter até 80% de alumínio metálico.

Em função desse elevado teor do metal, tais escórias são reaproveitadas, junto com sucatas de alumínio (latas de refrigerantes, retalhos de indústrias que utilizam o alumínio como matéria-prima e outros) pelas empresas secundárias. Estas recuperam o metal fundindo-o em fornos rotativos alimentados por óleos combustíveis, usando o cloreto de sódio como fundente. Esse processo gera nova escória, menos rica em alumínio (que representa em torno de 20% do volume total), mas com altos teores de cloreto de sódio, além de óxidos, carbetos e nitretos metálicos (figura 1).

O Brasil, segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), disputa desde 1995 com os Estados

Unidos a posição de segundo país em índice de reciclagem de alumínio no mundo, perdendo apenas para o Japão. Nos Estados Unidos, as escórias das indústrias de reciclagem são totalmente destinadas aos aterros, mas em muitos países desenvolvidos da Europa esse tipo de escória não pode sequer ser aterrado, em função da elevada concentração de elementos solúveis.

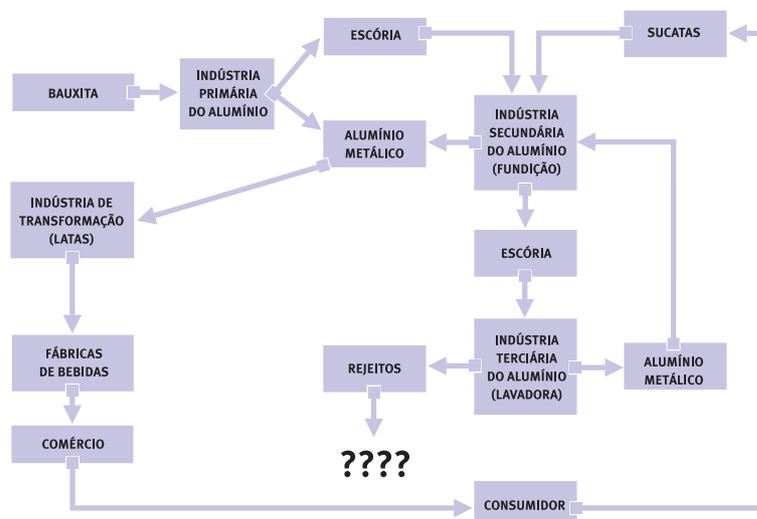
Essas escórias têm destino diferente no Brasil: são aproveitadas por pequenas empresas terciárias que recuperam o alumínio metálico usando metodologia bastante simples: moagem e lixiviação com água (processo que retira do material moído os elementos solúveis na água). O alumínio recuperado dessa forma retorna às empresas secundárias, que o refundem com as demais sucatas em lingotes e vendem o metal reciclado para as indústrias de transformação (figura 2).

A reciclagem dos rejeitos de alumínio forma, portanto, um ciclo (figura 3) que, a princípio, parece beneficiar o meio ambiente, já que o metal é sempre recuperado. No entanto, como não há reaproveitamento dos resíduos finais das empresas terciárias – em geral uma mistura bastante complexa, contendo metais livres, óxidos metálicos e sais (NaCl) –, eles são descartados no próprio local de trabalho, sem passar por qualquer tratamento que minimize seu impacto ambiental.

Para se ter uma idéia das dimensões do problema, basta dizer que apenas uma microempresa terciária é capaz de processar cerca de 20 toneladas de escória por dia, aproveitando só 20% desse volume. Em função do grande volume de rejeito (80% do que é processado) e principalmente do custo elevado dos aterros sanitários, somente uma parte desses rejeitos é destinada a esses aterros. Além disso, a maioria das empresas terciárias de reciclagem de alumínio funciona na clandestinidade e em torno

Figura 2. Lingotes de alumínio obtidos por indústrias secundárias a partir da fundição de escórias e sucatas desse metal

Figura 3. Esquema do 'ciclo' de reciclagem do alumínio, desde a obtenção do metal a partir do minério (bauxita) pela indústria primária até a geração de rejeitos pela indústria terciária



das grandes cidades, de onde vem a maior parte de sua matéria-prima, como latas de refrigerantes e escórias de fundições.

Problemas trazidos pela reciclagem

O processamento da escória e das sucatas de alumínio por empresas terciárias libera diversos poluentes no ambiente. Entre os poluentes gasosos, gerados durante a lavagem da escória, estão os gases amônia (NH_3) e metano (CH_4), formados a partir da hidrólise de nitretos e carbetos presentes em escórias primárias e secundárias, de acordo com estudos do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Esses nitretos formam-se quando o nitrogênio atmosférico reage com o alumínio durante o processo de combustão no forno, enquanto os carbetos são gerados a partir do processo de aquecimento de óleos e graxas, que também reagem com o alumínio. Por esse motivo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) classifica a escória das fundições de alumínio como 'resíduo perigoso'.

Como a tecnologia utilizada pela maioria das empresas fundidoras de sucatas no Brasil ainda é precária, por não promover qualquer tipo de pré-tratamento para retirada de tintas de impressão das latas, as escórias geradas podem conter, além de alumínio, componentes tóxicos como metais pesados. Durante a lavagem da escória, também são gerados efluentes fortemente alcalinos (com pH em torno de 10) e ricos em componentes solúveis (como sódio e o próprio alumínio na forma de complexo).

As condições geralmente precárias das instalações das empresas terciárias, que não têm proteção contra ventos e chuvas nem impermeabilização do solo, facilitam a lixiviação das escórias e com isso o transporte para o subsolo de seus componentes

solúveis, em especial o sódio. O alto teor do íon sódio no solo, por sua vez, induz reações de troca iônica com outros elementos associados aos componentes sólidos do meio (argilominerais). Entre os íons trocados destacam-se alumínio e ferro, cuja hidrólise contribui para o aumento da acidez das águas presentes no solo. Essa nova condição do meio faz com que outros elementos, inclusive metais pesados (cobre, níquel, chumbo etc.), adquiram mobilidade e atinjam o lençol freático.

O descarte do efluente em corpos d'água pode ainda contribuir para o aumento da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_4) no meio. Cabe destacar que, sob a forma livre em ambiente aquático, a amônia é um composto altamente tóxico.

Como reaproveitar os resíduos

Alguns cuidados básicos permitem reduzir o volume de resíduos gerado pelas indústrias terciárias de alumínio e remediar os problemas ambientais provocados por esse material. Além disso, o resíduo sólido pode ser reaproveitado de maneira prática e econômica.

Em primeiro lugar, é preciso estocar a escória utilizada como matéria-prima e o rejeito em galpões cobertos e com o chão cimentado, evitando o contato com as águas pluviais e, com isso, a contaminação do solo e de águas subterrâneas. A ocorrência de reações químicas entre os componentes da escória e a água (mesmo a da umidade do ar) torna importante pré-lavar essa escória, em ambiente fechado e com queima dos gases. A energia obtida nessa queima pode ser empregada para aquecer a água de lavagem, o que aumenta a velocidade das reações químicas e da desagregação da escória, e para recuperar (por evaporação) o sal dissolvido no efluente.

Após sucessivas lavagens com água em tanques de decantação, que reduzem a quantidade de sal dissolvido, o rejeito final (figura 4) pode ser aproveitado para a fabricação de blocos vazados de concreto para alvenaria. A presença no rejeito de óxidos hidratados de alumínio faz com que esses blocos apresentem maior poder de aglutinação ('pega'), o que, aliado à cristalização fortemente exotérmica (com grande liberação de calor), reduz o tempo de secagem de quatro para apenas um dia.

Finalmente, a fração líquida dos rejeitos pode ser mantida em tanques rasos e de grande superfície para evaporação da água, permitindo a recuperação do cloreto de sódio, que retorna ao processo como fundente. Essas práticas não exigem custos de implantação elevados, possibilitam maior aproveitamento dos materiais produzidos e contribuem para a melhoria das condições do ambiente de trabalho. ■

Figura 4. Depósito, diretamente sobre o terreno, de rejeitos sólidos que podem ser aproveitados para a fabricação de blocos de concreto



ORNITOLOGIA Turismo e poluição ameaçam sucesso reprodutivo das aves típicas do continente gelado

Pingüins, a 'marca registrada' do Pólo Sul



Apesar de descenderem de espécies voadoras, os pingüins perderam a capacidade de voar. O pingüim-imperador mergulha a 250m de profundidade, podendo atingir 450m. É considerado o mais polar dos pingüins antárticos

Nas zonas subantártica e antártica, mais de 90% da biomassa da avifauna são constituídos pelos pingüins, cuja origem remonta ao período Cretáceo, cerca de 140 milhões de anos atrás. Graciosos ao nadar, desengonçados ao caminhar, vivendo em colônias que podem reunir mais de 150 mil indivíduos, esses animais de hábitos singulares são alvo da curiosidade dos turistas, cuja presença leva-os a abandonar seus ovos com frequência maior que a admissível. Outro perigo trazido pela interferência humana é a poluição, que pode vir a ser uma ameaça à vida na Antártida. Por **Edison Barbieri**, do Departamento de Oceanografia Biológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Aves da ordem Sphenisciformes, família Spheniscidae, os pingüins se distribuem por 17 espécies, oito das quais são encontradas dentro dos limites da Convergência Antártica (linha imaginária, aproximadamente entre 50° e 60° de latitude Sul, que une os pontos onde as massas frias de água polar desaparecem por baixo de outras mais quentes, procedentes do Norte): pingüim-rei (*Aptenodytes patagonicus*), pingüim-imperador (*Aptenodytes forsteri*), pingüim-papua (*Pygoscelis papua*), pingüim-adélia (*Pygoscelis adeliae*), pingüim-antártica (*Pygoscelis antarctica*), pingüim-macarroni (*Eudyptes chrysolophus*), pingüim-real (*Eudyptes schlegeli*) e pingüim-'rockhopper' (*Eudyptes chrysocome*). As cinco primeiras espécies citadas são as mais comumente encontradas

na região antártica propriamente dita, enquanto as três últimas ocorrem preferencialmente em ilhas subantárticas.

Durante o inverno, indivíduos de três espécies de pingüins costumam aparecer no Brasil, acompanhando as correntes marinhas: o pingüim-testa-amarela (*Eudyptes chrysocome*), o pingüim-de-penacho-amarelo (*Eudyptes crestatus*) e o pingüim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*), já registrado até no litoral baiano e, dos três, o mais abundante no país. Os outros dois são raros, mas, com um pouco de sorte, podem ser vistos no litoral do Rio Grande do Sul.

Os pingüins evoluíram em ilhas e continentes abaixo da linha do Equador. Na Patagônia, foram encontrados os mais antigos fósseis de pingüins da ▶



Muitos pingüins, como o pingüim-adélia (acima) e o pingüim-rei (abaixo) nadam melhor e mais rapidamente do que vários peixes

América do Sul, em sedimentos terciários do período Mioceno (cerca de 20 milhões de anos atrás). Na Antártida, registraram-se fósseis ainda mais antigos, com aproximadamente 50 milhões de anos. Entretanto, a origem dos esfeniscídeos deu-se provavelmente durante o período Cretáceo, há cerca de 140 milhões de anos.

Essas aves possuem um certo grau de parentesco com os albatrozes, dos quais já se teriam separado no Mesozóico.

Apesar de descenderem de espécies voadoras, os pingüins perderam a capacidade de voar. Em compensação, nadam melhor e mais rapidamente do que muitos peixes. As asas em forma de aletas são utilizadas como remos, permitindo que esses animais literalmente 'voem' dentro da massa líquida. Usam os pés, munidos de nadadeiras (pés palmados), como leme; o primeiro dedo, correspondente ao posterior das outras aves, é voltado para a frente, integrando a membrana natatória.

Algumas espécies, como os pingüins-imperador, mergulham a 250 m de profundidade, podendo atingir 450 m, e permanecendo debaixo d'água por até 30 minutos. Aparecem na superfície para respirar ou descansar. Bóiam com facilidade, virando-se de lado para impermeabilizar as penas. Fazem isso com a substância oleosa produzida pela glândula urupigiana (órgão que a maioria das aves aquáticas ou marinhas possui, e cuja função é justamente a de secretar essa espécie de óleo, que também serve para evitar que o bico se torne quebradiço). O corpo é coberto por penas diminutas, confundidas pelos leigos com pêlos; as pernas são curtas, situadas muito atrás do corpo, e a cauda é quase rudimentar. As na-

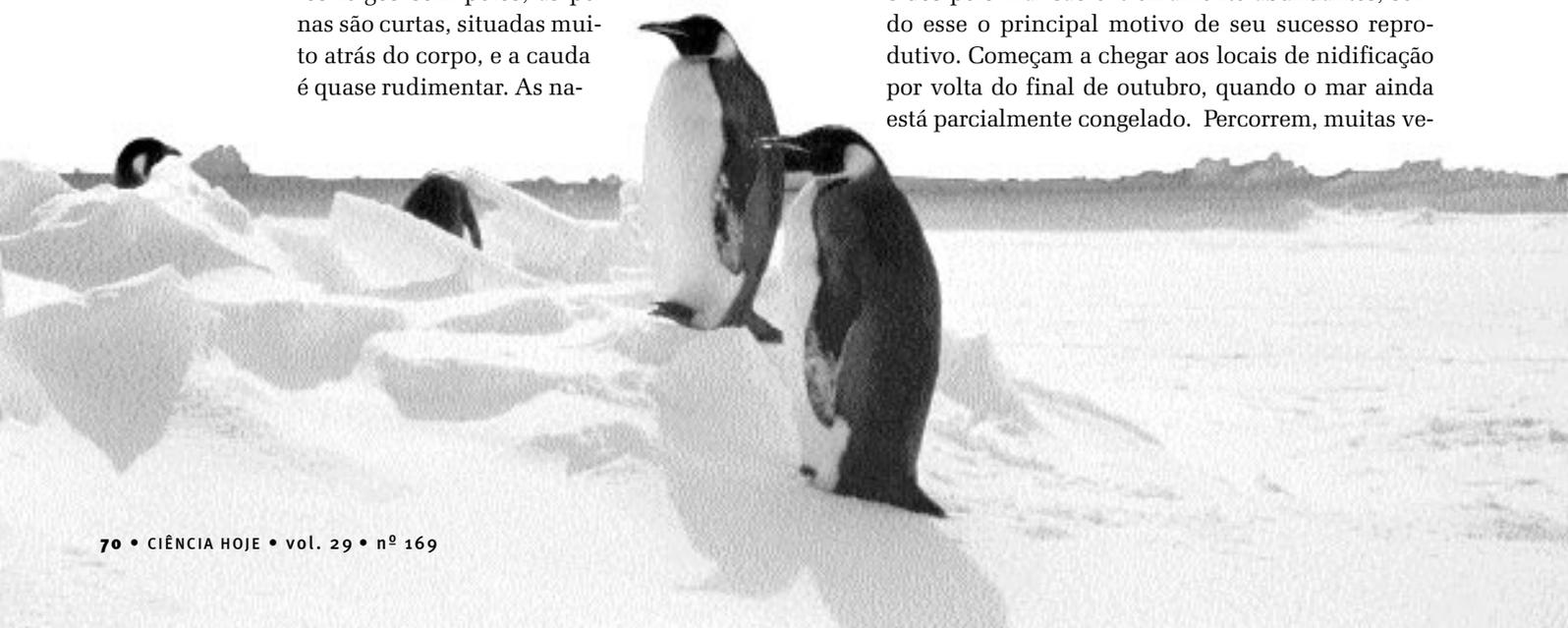
rinhas têm a forma de pequenas fendas quase imperceptíveis, pelas quais essas aves expelem o excesso de cloreto de sódio resultante do contato constante com a água salgada. Como no caso de outras aves marinhas, o cloreto de sódio é retirado do sangue pelas glândulas de sal, resultantes da transformação das supra-renais, que normalmente servem como glândulas olfativas.

A notável velocidade de 36 a 40 km/h que essas aves chegam a desenvolver, ao nadar, dificulta sua captura pelos predadores naturais – leões-marinhos (*Otaria byronia*), focas-leopardo (*Hydrurga leptonyx*), orcas (*Orcinus orca*) –, que alcançam apenas os indivíduos mais fracos. Além disso, a cor negra do dorso e a branca do peito permitem uma camuflagem eficaz. Quando os pingüins são vistos do alto, deslocando-se no mar, seu dorso negro desaparece contra a escuridão das profundezas; vistos por baixo, o peito branco se confunde com a luz proveniente da superfície.

As espécies adaptadas ao frio possuem características que auxiliam a manter a temperatura do corpo. Dentre elas, a espessa almofada de penas e a grossa camada de gordura ajudam a reter o calor produzido pela atividade metabólica, acelerada pela mobilidade.

'Dança nupcial' entre parceiros

Entre as espécies que ocorrem na região antártica, são bastante comuns o pingüim-adélia, o pingüim-antártica e o pingüim-papua, que atingem entre 70 e 90 cm de altura. Passam cerca de dois terços da vida no mar, permanecendo em terra apenas nos períodos de procriação. Durante os meses em que vivem no mar, os pingüins nadam e caçam a centenas de quilômetros da costa, sozinhos ou em pequenos grupos. Na época do acasalamento, no verão, regressam sempre aos mesmos locais, como demonstrado por estudos de marcação. Na Antártida, os pingüins aproveitam o período em que os recursos alimentares oferecidos pelo mar são extremamente abundantes, sendo esse o principal motivo de seu sucesso reprodutivo. Começam a chegar aos locais de nidificação por volta do final de outubro, quando o mar ainda está parcialmente congelado. Percorrem, muitas ve-



zes, distâncias de mais de 120 km sobre o gelo marinho para atingirem seu destino, em terra. Durante essa viagem, alimentam-se penetrando na água através das rachaduras produzidas no gelo pelas marés.

As colônias reprodutivas dessas espécies, ou pingüineiras, chegam a reunir mais de 150 mil exemplares. Durante os três ou quatro primeiros anos de sua existência, os pingüins percorrem a colônia sem conseguir encontrar um parceiro. Quando, finalmente, a união é selada, os casais permanecem juntos para sempre. No inverno, cada indivíduo do par segue seu caminho por conta própria, mas, durante a nova estação reprodutiva, ambos procuram seu parceiro na colônia, reconhecendo-se através da vocalização.

O período de reprodução sempre se inicia com a dança nupcial, que fortalece a união dos pares. A ‘cerimônia’ é complicada, incluindo ofertas de pedras para a construção do ninho, saudações e mesuras mútuas, com o pescoço estendido aparentando uma grande ‘ternura’. Depois disso, a fêmea abaixa-se em sinal de aceitação, e a cópula, com duração de poucos minutos, realiza-se. A seguir, o casal inicia a construção do ninho, em local pedregoso previamente escolhido. Algumas semanas mais tarde, a fêmea põe de um a dois ovos, chocados alternadamente pelos pais. O parceiro, durante a fase em que se encontra livre dessa tarefa, dirige-se ao mar em busca de alimento, constituído principalmente pelo *krill* (*Euphausia superba*), pequeno crustáceo semelhante ao camarão. O ovo é aquecido pela placa incubadora do ventre, ricamente vascularizada. Os jovens pingüins são alimentados pelas regurgitações do indivíduo que volta do mar, com estoque de alimento armazenado no estômago. Caso este não retorne, os filhotes têm poucas chances de sobrevivência. Os pingüins criam sua prole com atenção, protegendo-a agressivamente dos ataques das *skuas* (*Catharacta lonnbergi* e *maccormicki*), também chamadas gaivotas-rapineiras, e de outros predadores.

Reprodução no inverno

Entre os pingüins da Antártida, o pingüim-imperador é o mais impressionante: vive sob condições mais frias do que qualquer outra ave, podendo ser considerado o mais polar dos pingüins antárticos, e apresenta a característica única de se reproduzir em pleno inverno austral. Ultrapassa, por vezes, 1,20 m de altura e pesa até 40 kg. Nesta espécie, o ovo – único, de 400 g – é chocado pelo macho.

Com a chegada do inverno, os pingüins-imperadores partem do mar aberto, onde estavam acumulando energia para a reprodução, caminhando sobre o gelo por vezes mais de 100 km, em direção ao platô, para formarem as colônias. Lá, a fêmea põe o ovo, que o macho coloca sobre os pés e cobre com



uma espécie de prega da pele, incubando-o durante os 66 dias mais frios do ano, quando a temperatura não raras vezes é inferior a -50°C , com fortes rajadas de vento. Enquanto ele permanece na colônia chocando o ovo, a fêmea vai até o mar para alimentar-se. Geralmente, ela volta à colônia com o estômago cheio, na época da eclosão do ovo; então, alimenta o filhote e dá um pouco de comida ao companheiro, que em seguida retorna ao mar para também alimentar-se.

No inverno de 1992, um experimento mostrou que uma fêmea de pingüim-imperador caminhou cerca de 169 km, subindo e descendo colinas de até 300 m, até finalmente encontrar um buraco no gelo onde pudesse mergulhar e pescar. Em seguida, caminhou tudo de volta, para dar de comer ao filhote, o que, como ocorre com todos os pingüins, foi feito regurgitando o alimento, já digerido em parte, diretamente no bico da cria. A odisséia levou quase um mês para terminar.

Os pingüins-imperadores podem se alimentar somente no mar e, para sobreviver durante o longo jejum, o macho inicia esse período com grandes depósitos subcutâneos de gordura. O jejum pode ultrapassar 100 dias, ao término dos quais o macho pode ter perdido mais de 40% do seu peso inicial.

A natalidade do pingüim-imperador é baixa, pois as brigas entre os adultos pela proteção do ovo – cobijado pelos indivíduos que, não tendo procriado, tentam conseguir um para chocar – podem ocasionar a quebra ou a perda deste, que acaba por congelar.

‘Leite’ secretado pelo esfôfago

Algumas espécies de aves alimentam seus filhotes com uma secreção semelhante ao leite. No pombo, essa secreção forma-se no papo; conhecida como ‘leite do papo’, é regurgitada para alimentar os filhotes. Curiosamente, a formação do leite do papo é estimulada pelo mesmo hormônio, a prolactina, que nos mamíferos estimula as glândulas mamárias a produzir leite. A vantagem biológica de alimentar o filhote dessa forma é permitir aos genitores que sejam oportunistas em sua própria alimenta- ▶

Pingüins-papua são bastante comuns na região antártica e chegam a atingir até 90 cm de altura



A presença humana na Antártida pode ser uma ameaça para o sucesso reprodutivo dos pingüins. Os pingüins-de-magalhães (acima) e os pingüins-antártica (abaixo), entre outras espécies, sofrem com o turismo na região

ção, livrando-os da necessidade de procurar tipos especiais de alimento para o filhote. Tal condição também defende a cria contra oscilações e escassez no suprimento de alimento.

Essa vantagem é particularmente curiosa no pingüim-imperador, que consegue alimentar seu filhote com 'leite' secretado pelo esôfago. Caso a fêmea demore para voltar do mar, o macho ainda em jejum começa a alimentar com 'leite' o filhote, que sobrevive e pode até ganhar peso. Em termos de conteúdo de proteína e gordura, o 'leite' do pingüim é semelhante ao de muitos mamíferos.

A formação, pelos pingüins, de colônias que podem chegar a milhares de indivíduos é uma estratégia para não perder muita energia durante o inverno. Pingüins-imperadores isolados no frio perdem aproximadamente 200 g por dia, ao passo que pingüins agrupados perdem a metade disso, cerca de 100 g. O agrupamento ajuda, e é fácil entender por quê. Em vez de ficar completamente exposta ao frio, cada ave mantém parte substancial da superfície do seu corpo em contato com os pingüins vizinhos; e, quando dois corpos têm a mesma temperatura, não há perda de calor entre eles. Fica claro, desta forma, que o agrupamento é um pré-requisito para a sobrevivência e para o êxito da reprodução.

O agrupamento diminui a superfície exposta, reduzindo o estresse causado pelo frio e as demandas metabólicas para a produção de calor.

Essa estratégia de reprodução durante o inverno é bastante diferente das de outras espécies de aves antárticas. A reprodução no inverno tem sido explicada como um modo de maximizar as chances de sobrevivência dos jovens após a saída do ni-

nho, na primavera, quando a oferta de alimento é maior. A reprodução no verão, por sua vez, favorece a qualidade do ovo e o crescimento do filhote durante o período em que ele permanece no ninho. Além disso, o comportamento singular dos pingüins-imperadores permite evitar os predadores, como as *skuas*, que passam o inverno em zonas mais setentrionais.

'Creches' para as crias

O pingüim-imperador apresenta o interessante hábito de formar 'creches' tão logo os filhotes consigam caminhar,

mas ainda dependem dos pais para serem alimentados. Nelas, alguns poucos adultos cuidam da totalidade dos filhotes até que estes percam as penugens e passem ao estado juvenil. Quando estão aptos a sobreviver sozinhos, os filhotes iniciam a migração juntamente com os adultos.

O pingüim-rei, que procria principalmente em ilhas subantárticas e antárticas, apresenta estratégia reprodutiva ainda mais diferente. Começa a estação de acasalamento no final da primavera, de forma semelhante à de outras espécies, mas seus filhotes não conseguem atingir durante o verão o desenvolvimento necessário para abandonarem o ninho. Por isso, permanecem durante todo o inverno em 'creches' no local de procriação, sobrevivendo com rações escassas trazidas pelos adultos. Os jovens vão para o mar, pela primeira vez, entre 14 e 16 meses após terem saído do ovo. Com esse ciclo reprodutivo, o pingüim-rei procria apenas duas vezes a cada três anos.

Os pingüins mostram um certo destemor em relação ao homem. Resultados de pesquisas recentes indicam que a presença humana na Antártida pode ser uma ameaça para o sucesso reprodutivo dessas aves. Por causa da visitação às colônias, principalmente por turistas, as aves abandonam o ovo com maior frequência do que seria admissível, diminuindo as chances de eclosão. Além desse, um novo e grave perigo trazido pela interferência humana – a poluição – poderá ser uma ameaça à vida na Antártida, em futuro próximo. Os pingüins e, de modo geral, as demais aves antárticas conseguem manter populações muito numerosas e estáveis apesar do pequeno número de ovos produzidos por casal. O delicado equilíbrio entre os diversos fatores que vêm permitindo a perpetuação desses animais é objeto de investigação científica, não sendo ainda perfeitamente conhecido. Alterações não controladas do mesmo podem resultar em danos irreversíveis como os que já atingiram diversas espécies do nosso planeta. ■

