

SUPER INTERESSANTE

EDIÇÃO 425 · MARÇO 2021

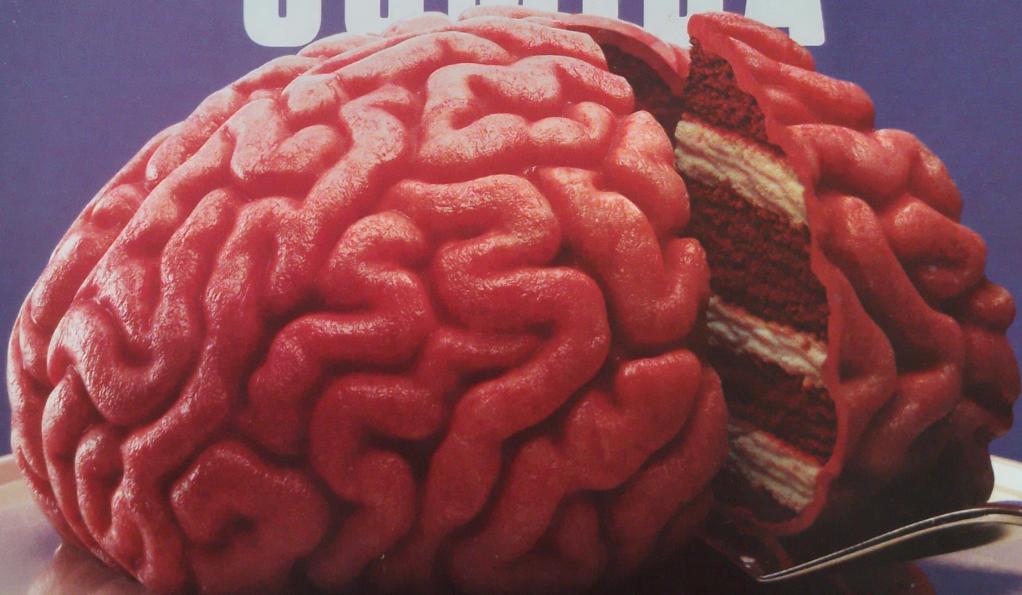
A NOVA ARMA DO CORONAVÍRUS

Ele já demonstra uma habilidade preocupante: a recombinação genética. P. 08

Venda proibida
EXEMPLAR DE ASSINANTE

R\$ 18,00

COMO A COMIDA CONTROLA O CÉREBRO



O que você come influencia o que você sente. Veja como uma má alimentação pode mexer com seus neurotransmissores, descontrolar o apetite e até estimular ansiedade e depressão. P. 20

POR BRUNO BARATTINI E EDUARDO SZKLARZ

P. 32

NOVICHOK:
A SAGA DO
VENENO RUSSO.

P. 40

O QUE MUDOU
NO BOEING
737 MAX.

P. 46

CÉSAR LATTES:
O QUASE NOBEL
BRASILEIRO.

P. 52

UMA BREVE
HISTÓRIA DO
CANCELAMENTO.

Como as estatísticas da Covid explicam o mundo

UM ANO DE PANDEMIA. No dia 11 de março de 2020 a OMS declarou que, sim, a Covid-19 era mesmo uma doença infecciosa de alcance global. O número de mortos no Brasil naquele dia era zero. O primeiro óbito foi registrado na cidade de São Paulo. Na época, a Europa já era o epicentro da doença, mas a Covid, na cabeça das pessoas, ainda era sinônimo de China.

Um ano depois, e a cidade de São Paulo contava 19,1 mil óbitos. A China, 4,8 mil. É isso. Morreu mais gente na zona leste da capital paulista do que no país continental de 1,4 bilhão de habitantes onde o vírus surgiu. País contra país, é 0,35 morto para cada 100 mil habitantes na China versus 126 no Brasil. A primeira impressão diante desses números pode ser a de que a ditadura chinesa manipula dados. Mas seria uma visão simplista. A vizinha Taiwan é uma democracia, um país livre, bem menos propenso a uma eventual maquiagem de estatísticas, e a conta lá é ainda menor: 0,04 óbito por 100 mil pessoas. 88% menos que na China.

O fato é que os números são baixos em todo o Oriente. O país do extremo leste asiático com mais mortos por Covid é o Japão: 6 para cada 100 mil habitantes. Na Coreia do Sul, metade disso – e a do Norte não conta, pois jaz sob um regime mitômano, que insiste em dizer que o vírus não atravessou a zona desmilitarizada que separa as Coreias. Conta outra, Kim.

A explicação para a disparidade entre o Ocidente e o Oriente está na cultura. Os povos do Leste sempre praticaram um certo distanciamento social, com menos toques, beijos e abraços. E tem a parte da disciplina social. O hábito já era usar máscara em qualquer caso de resfriado, para poupar o próximo dos seus

espirros contaminados. Os índices baixos do Oriente, então, são a grande prova empírica de que o distanciamento é a única medida preventiva que funciona.

Mas há outra excentricidade númerica, mais surpreendente. São as estatísticas altíssimas de mortalidade nos países ricos. Na conta por 100 mil habitantes, o número de mortos nos EUA (160) é 26% maior que o do Brasil; o do Reino Unido (187), 48%; o da Bélgica (194), 53%. Dos dez países com mais mortes por 100 mil habitantes, todos fazem parte da OCDE, o clube das nações desenvolvidas.

Entre os países pobres, acontece o oposto. O índice da Índia (11,6) é 90% menor que o nosso. O da Nigéria (1,0), 99%. Toda a África subsaariana, na verdade, apresenta índices menores que os do Japão. A única exceção é a África do Sul (87), justamente o país mais rico do continente.

Então ou o vírus gosta de dinheiro ou a subnotificação das mortes nas regiões mais pobres do planeta ainda é gritante. Desnecessário dizer qual é a alternativa mais científica.

Resta saber onde o Brasil se encaixa aí. Como bem definiu o economista Edmar Bacha, na década de 1970: somos uma Belíndia – uma rica Bélgica incrustada numa pobreza india. Dá para cravar que a subnotificação no Brasil não é aguda. Se fosse, não ocuparíamos o 24º lugar no ranking de mortes por 100 mil habitantes, uma posição que não é baixa. Por outro lado, também é impossível descartar que a subnotificação por aqui talvez seja maior do que nos países da OCDE, e que a situação esteja ainda mais grave. É a cara do Brasil, um país que sofre de transtorno bipolar, deitado eternamente no berço esplêndido da desigualdade.

Alexandre Versignassi

DIRETOR DE REDAÇÃO

ALEXANDRE.VERSIGNASSI@ABRIL.COM.BR



Fundada em 1950

VICTOR CIVITA (1907-1990) ROBERTO CIVITA (1936-2013)

Publisher: Fábio Carvalho



Diretor de Redação: Alexandre Versignassi **Editor:** Bruno Garattoni **Editor assistente:** Bruno Vaiano **Repórteres:** Guilherme Elér, Maria Clara Rossini, Rafael Battaglia **Editora de arte:** Juliana Krauss **Designer:** Carlos Eduardo Hara **Estagiários:** Bruno Carbinatto, Carolina Fioratti (texto), Juliana Alencar, Natalia Sayuri Lara (arte) **Colaboração:** Alexandre Carvalho (revisão) **Atendimento ao Leitor:** Walkiria Giorgino **Pool Administrativo:** Mara Cristina Piola (coordenadora).

[www.superinteressante.com.br / superleitor@abril.com.br](http://www.superinteressante.com.br)

PUBLICIDADE E PROJETOS ESPECIAIS: Marcos Garcia Leal (Diretor de Publicidade) (Alimentos, Bebidas, Beleza, Higiene, Moda, Imobiliário, Decoração, Turismo, Varejo, Educação, Mídia & Entretenimento, Financeiro, Mobilidade, Tecnologia, Telecom, Saúde e Serviços, Regionais e Governo) **DIRETORIA DE MERCADO:** Carlos Nogueira **OPERAÇÕES EDITORIAIS E MARKETING:** MARCAS Andreia Abreu **BRANDED CONTENT, CRIAÇÃO E VÍDEO:** João Pedro Maya **PRODUTOS E PLATAFORMAS:** Guilherme Valente **DEDICAS E ABRIPRESS:** Irving Lage **ABRIL BIG DATA:** (Big Data + Seo + Mkt Digital + Advertising) Sérgio Rosa

Redação e Correspondência: Av. Otaviano Alves de Lima, 4.400, Freguesia do O, CEP 02909-900, São Paulo, SP. Tel. (11) 3037-2000. **Publicidade São Paulo e informações sobre representantes de publicidade no Brasil e no Exterior:** www.publishabril.com.br, tel. 11 3037-2528 / 3037-4740 / 3037-5485. **Licenciamento de conteúdo:** para adquirir os direitos de reprodução de textos e imagens acesse: licenciamentoodeconteudo.abril.com.br

SUPERINTERESSANTE edição nº 425 (ISSN 0104-178-9), ano 35, nº 3, é uma publicação da Editora Abril 1987 G+J España S.A. "Muy Interesante" ("Muito Interessante"), Espanha. **Edições anteriores:** Venda exclusiva em bancas, pelo preço da última edição em banca. Solícite ao seu jornaleiro. Distribuída em todo o país pela Dinap S.A. Distribuidora Nacional de Publicações, São Paulo. **SUPERINTERESSANTE** não admite publicidade redacional.

Para assinar a revista: www.assineabril.com.br
Grande SP: 11 3347-2121

Demais localidades: 0800-775 2828

De 2ª a 6ª feira das 8h às 22h

Vendas Corporativas, projetos especiais e vendas em lote: assinaturacorporativa@abril.com.br

Serviços ao assinante: www.abrilsac.com.br

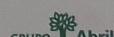
Grande SP: 11 5087-2112

Demais localidades: 0800-775 2112

De 2ª a 6ª feira das 8h às 22h

Para baixar sua revista digital:
Acesse www.revistadigitalabril.com.br

IMPRESSA NA ESDEVA INDÚSTRIA GRÁFICA LTDA
Av. Brasil, 1405, Poço Rico, CEP: 363020-110, Juiz de Fora - MG



www.grupoabril.com.br

Como diria o comediante Yakov Smirnoff: "Na União Soviética, o veneno fabrica você." P. 32.



ESSENCIAL

6 UMA IMAGEM...
Um lago salgado resseca na Califórnia.



8 ... UMA OPINIÃO
Os desafios do segundo ano da pandemia

SUPERNOVAS

10 ÁRTICO MODO HARD
Degelo faz ursos polares usarem quatro vezes mais energia para caçar.

12 PEÇA DE REPOSIÇÃO

Brasileiros planejam fígado para transplante fabricado em laboratório.



16 DÉJÀ-VU

2021 se tornou uma reedição de 2020. Lamente com cinco grandes filmes sobre gente presa em loops temporais.

18 VIBRA QUE DÁ CERTO

O aparelho que usa micropulsos para acelerar o realinhamento dos dentes.

12 ENQUANTO ISSO...

14 3 NOTÍCIAS SOBRE

16 PÉROLAS DO STREAMING

19 VOCÊ DECIDE

NÚMERO
INCRÍVEL

9

GRAMAS DE SAL
POR DIA. ESSE É O
CONSUMO MÉDIO
DO BRASILEIRO – O
DOBRO DO LIMITE
RECOMENDADO.

P. 27

ORÁCULO

58 DORMINDO EM PÉ

Sonâmbulo acorda com sono?

60 ANOTOU A PLACA?

Como os satélites evitam colisões em órbita?



63 TIO PATINHAS

Como ser imbatível no Banco Imobiliário.

59 PÁ PUM

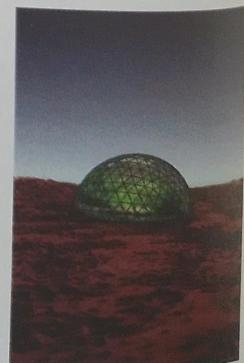
62 PENSANDO BEM...

62 LOST IN TRANSLATION

E SE...

64 TAKE YOUR PROTEIN PILLS

E se a humanidade colonizasse Marte?



ÚLTIMA PÁGINA

66 BOLO E GUARANÁ

Qual o mês com mais aniversários no Brasil?

20 Capa

COMO A COMIDA CONTROLA O CÉREBRO

Você obedece ao que você come: os alimentos mexem com seus hormônios e neurotransmissores, ditam o quanto você precisa ingerir para se saciar e podem provocar ansiedade e depressão.

32 O veneno russo

Na Guerra Fria, os EUA vazaram informações sobre uma arma química poderosa – e impossível de produzir – para sacanear o URSS. O problema é que os russos conseguiram tirar a dita-cuja do papel.

40 A volta do 737 Max

Após dois acidentes fatais – e 18 meses de interdição – ele voltou a voar. Veja o que foi feito para tornar a aeronave mais segura.

46 “Queria ter sido veterinário”

Conheça a vida (e entenda a obra) de César Lattes, o físico de partículas brasileiro indicado sete vezes ao Nobel.

52 Da Ágora ao Twitter

O cancelamento é um fenômeno tão antigo quanto a humanidade. Conheça sua história e entenda o que há de medieval na ideia de banir pessoas.

ESSENCIAL

→ UMA IMAGEM...





NA PÁGINA ANTERIOR: Este é o leito ressecado do Mar de Salton, na Califórnia (que, apesar do nome, é um lago de água salgada). O local fica 69 metros abaixo do nível do mar, e surgiu sem querer em 1905, quando um erro de cálculo em uma obra no Rio Colorado desviou a água para uma depressão desértica na falha tectônica de San Andreas. O lago já foi cartão-postal e ponto de parada de aves migratórias – mas hoje praticamente desapareceu por problemas ambientais.

A nova arma do vírus – e o próximo ano da pandemia

As mutações e a desobediência popular fizeram o número de casos explodir no Brasil. E o Sars-CoV-2 já demonstra uma habilidade preocupante: a recombi-nação genética.

POR BRUNO GARATTONI

D

DIA 12 DE MARÇO, UM ANO ATRÁS, a OMS declarou pandemia. Foi por ali, também, que a vida começou a mudar: nos trancamos em casa, passamos a trabalhar e estudar à distância, mergulhamos em álcool gel. No começo, você lembra, usar máscara não era recomendado. “Só para profissionais de saúde”, diziam. Com o tempo, isso mudou (o ar é um grande meio de transmissão do vírus) e as máscaras se tornaram obrigatorias para todos. Vieram os lockdowns, as restrições, a suposta imunidade de rebanho em Manaus (onde estudos diziam que 66% a 76% da população havia sido infectada, e, portanto, estaria imune) e as vacinas, que encheram todo mundo de esperança. Mas, mesmo com todos esses atenuantes, o número de infectados e mortos no Brasil não para de subir – bate o recorde todos os dias. (Inclusive em Manaus, onde a imunidade de rebanho se revelou ilusória.) Houve avanços no combate ao coronavírus;

mas estamos pior do que nunca.

A explicação disso, você sabe, é um dominó com várias peças. Muitas pessoas não usam máscara, ou não usam direito. Por isso, tem muita gente pegando e, portanto, transmitindo o novo coronavírus (em fevereiro, a média ultrapassou 60 mil infectados por dia no país). A base de disseminação é maior, e por isso a pandemia continua acelerando mesmo com a vacinação, que ainda é lenta. E, como o vírus está se espalhando muito, ele sofre mais e mais mutações: que o deixam mais contagioso, mais resistente às vacinas, mais letal e capaz de reinfectar quem já teve Covid. Os primeiros estudos sobre a cepa P.1, que surgiu em Manaus e está dominando o Brasil, confirmaram que ela se espalha mais rápido e pode reinfectar quem já teve Covid. E, nas últimas semanas, surgiram três novas variantes: a B.1.525, na Inglaterra (onde ano passado surgiu a B.1.1.7, primeira a chamar atenção), a B.1.526, em Nova York, e a B.1.429, na Califórnia. Todas têm mutações benéficas para o coronavírus. A tendência é que isso continue, com novas variantes. Mas há outro fator evolutivo, ainda pouco comentado, que pode ter um impacto até maior – a ponto de redesenhar totalmente a pandemia.

A raiz dele está na coinfeção, ou seja, quando uma pessoa é infectada por duas variantes do Sars-CoV-2 ao mesmo tempo. Isso não é uma exclusividade do coronavírus (há casos com os vírus da catapora, da herpes, da hepatite e da aids), é raro (existem alguns poucos relatos, espalhados pelo mundo) e não necessariamente resulta em Covid mais grave. Os dois primeiros casos de coinfeção pelo coronavírus no Brasil, ambos descobertos no Rio Grande do Sul, só provocaram sintomas leves (com a ressalva de que os dois pacientes tinham 30 anos, idade em que os sintomas da doença costumam ser menos agressivos). Em suma: o maior problema não é nem a coinfeção em si. É o que vem junto com ela.

Até agora, as variações do Sars-CoV-2 foram surgindo por “força bruta”: conforme ele se multiplica, acabam acontecendo erros na cópia do RNA. São as mutações, que podem trazer alguma

Duas variantes podem infectar a mesma pessoa e trocar RNA, gerando um vírus híbrido.

vantagem para o vírus: quando isso acontece, elas se consolidam e nasce uma nova variante. Mas a coinfeção segue uma lógica diferente, porque ela traz consigo outro fenômeno: a recombinação genética. Se duas variantes do vírus infectam uma pessoa ao mesmo tempo, elas podem trocar material entre si e originar uma cepa híbrida, “hiper-mutada”, que mistura pedaços das duas.

O coronavírus usa uma enzima chamada “RNA polimerase dependente de RNA” para se replicar. Às vezes ela se solta do RNA, interrompendo a cópia no meio. A enzima acaba se reacoplando e retoma o trabalho. Mas se houver outra variante do vírus por perto, dentro da mesma célula, a RNA polimerase pode pegá-la e se basear nela. Esse processo pode acontecer várias vezes, alternadamente, durante a replicação do vírus. É como se você fosse xerocar um documento e durante o processo pausasse e religasse a copiadora, colocando e tirando outro papel. O resultado seria um mosaico dos dois documentos.

A recombinação genética do Sars-CoV-2 não é uma possibilidade teórica: ela já aconteceu. Em fevereiro, uma cientista do Los Alamos National Laboratory (centro de pesquisas do governo dos EUA que foi responsável, na década de 1940, pelo desenvolvimento da bomba atômica) relatou a descoberta da primeira variante híbrida do novo coronavírus. Ela foi identificada em Los Angeles e é formada pela fusão das cepas B.1.1.7, aquela primeira da Inglaterra, e B.1.429, a nova variante da Califórnia.

O vírus híbrido combina o RNA das duas, inclusive nos pontos mais vantajosos. Ele tem a mutação N501Y, que o torna mais transmissível (e veio da cepa inglesa) e a mutação L452R, que confere resistência parcial a anticorpos (e que o vírus herdou da cepa californiana).

A recombinação permite que as variantes do coronavírus compartilhem

susas melhorias genéticas – os erros na cópia do RNA, que vão gerando mutações, não são mais o único caminho evolutivo. Ou, talvez, nunca tenham sido. A recombinação é um fenômeno comum em vírus, e uma das teorias que tentam explicar o surgimento do Sars-CoV-2 propõe que ele teria vindo justamente da fusão de outros coronavírus ^①.

A nova cepa híbrida, que foi apresentada numa conferência da New York Academy of Sciences e ainda não tem nome, não é nenhum monstro se comparada a outras que estão girando o mundo. Ela é mais transmissível e, como tem alguma resistência a anticorpos, talvez possa reinfectar pessoas que já tiveram Covid. Mas outras variantes, como a brasileira P.1 e a sul-africana B.1.351 (também chamada de 501Y.V2), já fazem isso. Parando por aí, até que tudo bem: a cepa híbrida será apenas mais uma entre diversas outras.

Mas o que aconteceria, por exemplo, se o Sars-CoV-2 se recombinasse geneticamente com outro coronavírus – como o HCoV-229E ou o HCoV-OC43, que causam o resfriado comum e são extremamente disseminados no mundo? O resultado seria um HCoV mais agressivo, pronto para começar uma segunda pandemia? Ou o surgimento de um Sars enfraquecido, incapaz de provocar sintomas graves – mas contagioso a ponto de varrer do mapa as cepas anteriores e, ao se tornar dominante, ir minando a pandemia atual?

Os países do Hemisfério Norte, onde a vacinação já está mais avançada do que no Brasil, sugerem um caminho diferente: com cada vez mais pessoas imunizadas, os números de casos e mortes começam a cair e as vacinas freiam o Sars-CoV-2 antes que que haja tempo para o surgimento de variantes hiper-mutadas. Talvez esse seja o destino mais provável. O mais desejável, com certeza, ele é. S

SUPERNOVAS

→ ILUSTRAÇÕES ALEXEY VOLTOLINO & DANIELA LIMA EDIÇÃO GUILHERME ELER DESIGN CARLOS HARA



Ursos polares gastam 4x mais energia

DESDE 1994, A ANTÁRTIDA perdeu 4 trilhões de toneladas de gelo, e isso obriga ursos polares a percorrer distâncias cada vez maiores para caçar. Um estudo da Universidade da Califórnia estimou que o gasto atual de energia desses animais é até quatro vezes maior que o mínimo esperado para a espécie – chegando a 860 kcal por quilômetro percorrido.

É comum que ursos polares nadem por três dias, em média, atrás de seu

alimento preferido: focas. Tudo porque tentar compensar uma eventual ausência do menu com outros tipos mais abundantes de comida não é uma tarefa tão simples do ponto de vista energético.

Segundo o estudo, para igualar a energia fornecida por uma foca-anelada adulta, um urso polar precisaria consumir 1,5 caribu, 37 trutas do Ártico, 74 gansos da neve – ou 216 ovos dessa ave. Haja disposição.

233

MHZ. É A VELOCIDADE do processador a bordo do rover da Perseverance, missão da Nasa em Marte. Sua capacidade de processamento é semelhante à de um iMac G3, computador lançado em 1998.

Detectada rajada de rádio mais antiga

QUASARES SÃO OBJETOS astronômicos muito brilhantes, que ficam no centro de galáxias e são alimentados por buracos negros. Conforme a energia dos buracos vai sendo liberada, é possível rastreá-la – e, assim, achar quasares distantes. Usando dados do Very Large Telescope, astrônomos da ESA flagraram as ondas de rádio (um tipo invisível de luz) mais antigas já registradas. Elas foram emitidas pelo quasar P172+18, e precisam viajar 13 bilhões de anos para chegar à Terra.



INVERSÃO DE CAMPO MAGNÉTICO ACELEROU EXTINÇÃO EM MASSA

Mudanças no clima há 42 mil anos podem ter ajudado a extinguir megafauna e neandertais.

O **CAMPO MAGNÉTICO** que reveste a Terra perde temporariamente sua intensidade enquanto os polos magnéticos se invertem. Pode parecer estranho, mas é um processo que se repete a cada 200 mil ou 300 mil anos. Analisando um fóssil de árvore da Nova Zelândia, cientistas descobriram que a última inversão aconteceu há cerca de 42 mil anos, e durou pelo menos um milênio.

Mas como uma árvore consegue registrar o magnetismo terrestre? Com um campo magnético mais fraco, cresce o número de raios cósmicos que chegam à Terra. Essa radiação excita parte dos átomos de carbono da atmosfera e os transforma em carbono-14, tipo de carbono

radioativo. Bastou que os cientistas comparassem, então, níveis do átomo em diferentes épocas para descobrir a idade da árvore – e, por tabela, a atividade magnética no período.

Ter mais radiação do Sol ultrapassando a atmosfera influencia diretamente no clima do planeta. Isso, de acordo com cientistas, pode ter causado mudanças climáticas bruscas, incluindo aumento no número de raios, altas temperaturas e maiores períodos de luz solar.

Um clima mais extremo pode ter contribuído, por sua vez, para o aumento da competição entre humanos e outras espécies, acelerando a extinção da megafauna – ou animais gigantes – e dos neandertais.

“Pode ser um substituto confiável para o bife”

DISSE O PESQUISADOR Mai Furuhashi, da Universidade de Tóquio sobre o novo protótipo de carne de laboratório desenvolvido por seu grupo. Além de precisarem imitar com sucesso o aspecto e sabor, carnes cultivadas têm uma outra pedra no sapato: chegar a uma receita que consiga recriar a consistência da carne de verdade. Usando uma nova técnica, cientistas recriaram pedaços de carne sintética com 1 mm de tamanho. Dentro deles, há miotubos – tipo de fibra do músculo esquelético bovino – organizados da forma exata para imitar, na boca, a textura que só um bife autêntico possui.

Kim Kardashian apresentou seu novo pet: Speed, uma fêmea de lagarto.

ENQUANTO ISSO...

Por Guilherme Eler e Carlos Eduardo Hora



Cientistas da Suécia e Alemanha criaram um algoritmo para prever resistência a antibióticos em bactérias. ^①



Um estudo mostrou que os pulmões de uma espécie de rã têm um "cancelador de ruído", que facilita a comunicação. ^②



A descoberta do mecanismo neurológico por trás da enxaqueca rendeu a quatro cientistas um prêmio de €1,3 milhão. ^③



Usando raios X, pesquisadores leram uma carta dobrada no século 17 como um origami – sem precisar abri-la. ^④

Fontes ① Nature Ecology and Evolution
② Current Biology ③ Fundação Lundbeck
④ Nature Communications



BRASILEIROS TESTAM TÉCNICA PARA FAZER FÍGADO EM LABORATÓRIO

Cientistas provaram eficácia do método recriando órgão de rato com células humanas.

O BRASIL REALIZA quase mil transplantes de fígado por ano. O número é alto comparado a outros países, mas, ainda assim, há 7 mil candidatos aguardando na fila. Uma técnica de bioengenharia promissora testada por pesquisadores da USP, porém, pode ajudar a diminuir esse número. Os biólogos Mayana Zatz e Luiz Carlos de Caires Júnior falaram à *Super* sobre o tema.

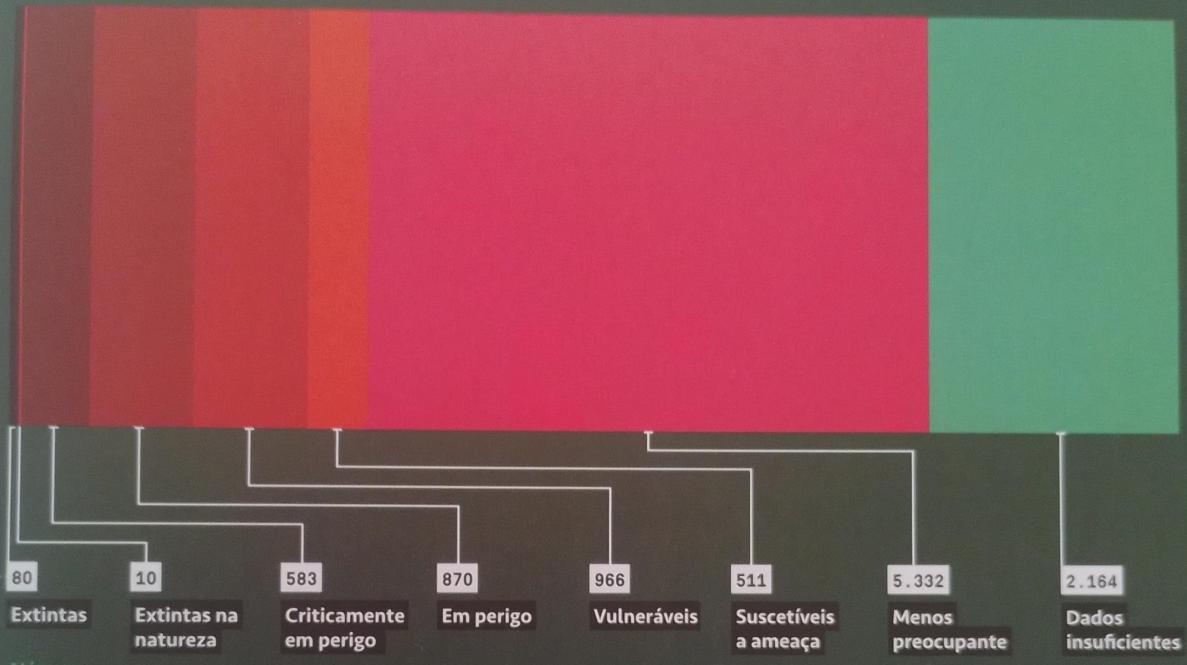
Como o método funciona? A técnica usada é a de descelularização. Nela, todas as células do fígado são retiradas, restando apenas a matriz extracelular, uma espécie de esqueleto. Então, é possível pegar uma amostra de sangue ou pele do paciente receptor do órgão, levar para laboratório e produzir células iPS – um tipo de célula-tronco. Depois, as iPS são reprogramadas em células hepáticas. Assim, o órgão não é rejeitado porque usa as células da própria pessoa. Teríamos, então, um fígado recauchutado, mas com células novas e funcionais.

Por que testar num fígado de rato? O passo seguinte [à descelularização] é reconstruir o órgão, o que conseguimos fazer usando células humanas num fígado de rato. A gente começou com um fígado pequeno porque é preciso reunir um número muito grande de células – e equipamentos capazes de fabricar células em grande quantidade. Por isso, fizemos primeiro a prova de conceito, que mostra que é um método possível. Assim, há segurança para partirmos para algo maior. Entre os próximos 12 e 24 meses, já deveremos conseguir usar a matriz de fígado humano.

Quais as vantagens? Além de diminuir a fila de transplantes, o receptor não vai precisar usar drogas imunossupressoras após a cirurgia. Essa medicação inibe o sistema imunológico do paciente para que o corpo não rejeite o órgão, o que faz com que a pessoa fique mais suscetível a infecções secundárias. Com a técnica, isso poderia ser evitado. *Carolina Fioratti*

30% dos peixes de água doce estão ameaçados

80 espécies já foram declaradas extintas - 16 delas só em 2020. Veja a situação de 10.516 peixes de água doce pelo mundo segundo a lista da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza).

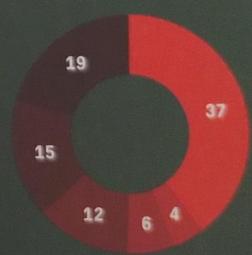


Dados indicam que mais de 3 mil das espécies analisadas têm algum risco de sumir do mapa - ou seja, estão ao menos na categoria "Suscetíveis a ameaça". Populações de peixes migratórios - como esturjão, salmão, ilish (primo do arenque) e o brasileiro jauá -, diminuíram em 76%

desde 1970. O cenário é ainda pior entre peixes de grande porte - como o esturjão branco, usado na produção de caviar, e o peixe-gato-gigante, bagre que pode passar dos 5 metros de comprimento. Para espécies como essas, a diminuição ao longo dos últimos 50 anos chegou à casa dos 94%.

Número de espécies extintas em cada país*

País	Número de espécies extintas
Estados Unidos	19
Filipinas	15
México	12
Suíça	6
Turquia	4
Demais países*	37



Fonte The World's Forgotten Fishes, IUCN. *Certas espécies extintas de peixe eram encontradas em mais de um país.

1.200

NOVAS PALAVRAS EM ALEMÃO foram inventadas durante a pandemia do novo coronavírus, de acordo com um levantamento do Instituto Leibniz de Língua Alemã. A lista reúne expressões que dão novo sentido a objetos, como *alltagsmaske* – sinônimo da máscara usada no dia a dia –, e também palavras inspiradas por sensações ou situações ligadas à Covid-19. *Impfneid* é a inveja dos que estão sendo vacinados, e *geisterveranstaltung* batiza eventos que acontecem sem público, por exemplo. Quem está cansado da doença sofre de *coronamüde*. Nesses casos, pode-se recorrer a uma *abstandsbier*, nome dado a reuniões regadas a cerveja em que os convidados respeitam o distanciamento.

Um sexto
da comida
do planeta
foi para
o lixo

3 NOTÍCIAS SOBRE

Cargas inusitadas da ISS

Super-remédios, vermes minúsculos e sementes fresquinhos. *Rafael Battaglia*



1.

Farmácia interplanetária
 Pesquisadores da Universidade de Adelaide, na Austrália, enviaram 60 comprimidos de ibuprofeno e vitamina C ao espaço. Eles ficarão do lado de fora da Estação Espacial Internacional (ISS) por seis meses, para testar como a microgravidade e a radiação podem modificar a sua composição. No futuro, longas missões espaciais deverão ser capazes de produzir seus próprios medicamentos. Melhor que arcar com o frete. ①

2.

Cobaias microscópicas
 Os *Caenorhabditis elegans* são vermes transparentes e minúsculos, com 1 mm de comprimento. Analisando gerações desses bichinhos nascidas no espaço, cientistas querem compreender melhor a perda de força e massa muscular, algo que acontece com astronautas. *C. elegans* podem ser úteis também em estudos sobre sarcopenia – processo natural de enfraquecimento dos músculos. ②

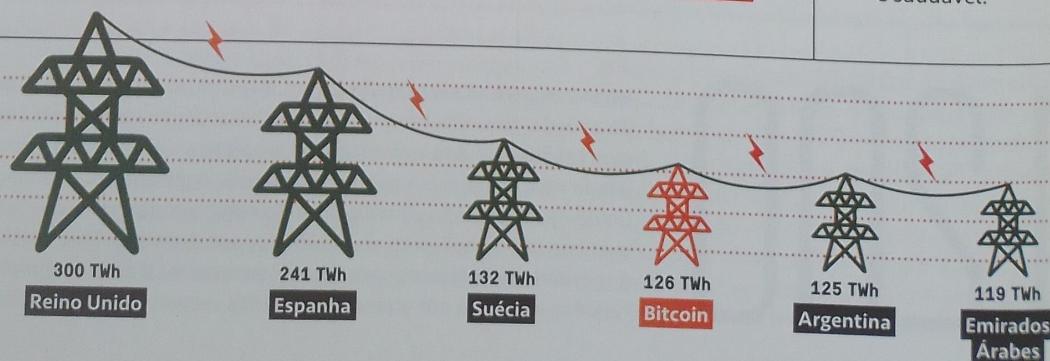
3.

Comida de astronauta
 Durante seis meses, 11 tipos de sementes (alface, tomate, rabanete, couve-flor, pimenta, entre outras) serão expostas às condições do espaço. O objetivo é descobrir a melhor forma de armazená-las – e se a radiação em excesso pode comprometer o cultivo fora da Terra, é claro. Entender essas limitações é vital para o projeto de criar colônias na Lua e em Marte no futuro. ③

Em 2019, o montante de alimentos jogados fora em casas, restaurantes e lojas de varejo pelo mundo somou 931 milhões de toneladas. Isso significa que 17% da produção global de comida foi direto para a lixeira. São as casas que mais contribuem para a conta, com 60% do total descartado. Essas estimativas aparecem num relatório da ONU que analisou dados de 54 países, e escancaram a desigualdade no acesso a alimentação. Enquanto 690 milhões de pessoas passam fome, mais da metade da população global não consegue pagar por uma dieta balanceada e saudável.

A demanda energética do Bitcoin

A ELETRICIDADE gasta por hora na mineração da criptomoeda supera o consumo médio de países inteiros.





FUNGO PRODUZ FLORES FALSAS PARA ATRAIR POLINIZADORES

Elas têm aroma próprio e brilham na luz ultravioleta – um prato cheio para insetos.

UMA EQUIPE DE BOTÂNICOS dos EUA que visitava uma savana na Guiana notou algo inusitado: certas flores de uma planta do gênero *Xyri* tinham aspecto mais esponjoso que o normal. Não eram flores, mas tecidos do fungo recém-descoberto *Fusarium xyrophilum*.

O tal fungo infecta a planta, impedindo que ela floresça, e cria as suas réplicas. As flores falsas têm tamanho e formato semelhantes, imitam o jeito das pétalas e até têm suas próprias fragrâncias. E a fraude vai

além: a pseudoflor reflete luz no espectro ultravioleta. Tudo isso a torna ainda mais atraente para polinizadores sensíveis a esses sinais, como abelhas.

Enganados, os insetos em busca de pólen e néctar acabam cheios de esporos do fungo, que, para os animais, são inofensivos. Nessa, aproveitam a carona para infectar outras plantas, reiniciando o ciclo. Embora o mimetismo seja um fenômeno conhecido na natureza, esse é o caso mais complexo envolvendo um fungo. *Bruno Carbinatto*

Para tartarugas afetadas por derramamentos de óleo, maionese é a pedida

REMOVER RESTOS DE ÓLEO em cascos, escamas, penas e bicos é apenas parte do trabalho de limpeza de animais marinhos atingidos por vazamentos. Resíduos pegajosos podem causar danos aos olhos, narinas, traqueia, boca e estômago – o que atrasa a recuperação. Pensando nisso, biólogos de Israel testaram um recurso pouco usual para tratar 11 tartarugas-verdes resgatadas de um derramamento na costa do país: maionese. Alimentá-las com o condimento ajuda a empurrar resíduos estacionados na garganta. Isso acontece graças às propriedades emulsificantes do molho, que serve como uma espécie de sabão, deixando o óleo menos espesso – e mais fácil de ser eliminado pelas fezes.

NÃO É BEM ASSIM...

Notícias que bombararam por aí – mas não são verdade

A NOTÍCIA

Cloroquina era indicada para o tratamento da gripe espanhola

O QUE ELA DIZIA

A cloroquina, remédio para lúpus e malária que, sem respaldo científico, é reivindicado no tratamento da Covid-19, teria sido uma arma na pandemia de gripe espanhola. Segundo o boato, uma propaganda de farmácia em um jornal brasileiro de 1918 apresentava o composto como “chloro quinina”, associando-o à melhora dos sintomas.

A VERDADE

Chloro quinina e cloroquina são substâncias químicas diferentes. A primeira delas, também chamada de cloridrato de quinino, tem origem natural: descoberta em 1820, é extraída da casca da árvore *Chinchona officinalis*. Já a quase xará cloroquina foi sintetizada em laboratório em 1934. Em propagandas de 1918, a tal chloro quinina de fato aparecia como uma sugestão de tratamento alternativo para gripe espanhola. Sua eficácia, porém, jamais foi comprovada.

Eterno retorno

Pandemia. Quarentena. Lockdown. O ano mudou, mas nada mudou. É como se 2020 fosse um ano da marmota, que se repete em 2021. Aqui, cinco filmes sobre loops temporais. *Texto*
Rafael Battaglia e Alexandre Versignassi Design Juliana Alencar



**FEITICO
DO TEMPO
(1993)**

Phil Connors (Bill Murray) é um repórter que vai, a contragosto, cobrir o festival do Dia da Marmota em Punxsutawney, Pensilvânia. Após uma nevasca, ele fica preso por lá – e passa a reviver o mesmo dia para sempre. O filme nasceu como uma comédia romântica, mas amadureceu como um tratado filosófico. Uma ode sobre viver como se não houvesse um amanhã, pois na verdade não há.



**NO LIMITE
DO AMANHÃ
(2014)**

Ao matar um alienígena, o soldado Bill Cage (Tom Cruise) entra em um loop temporal do dia em que a humanidade é extermínada. Com a ajuda de Rita (Emily Blunt), ele enfrentará a mesma batalha infinitas vezes até descobrir como vencer o inimigo – como em um videogame. Bela versão sci-fi do nosso vizinho da esquerda, o *Feitiço do Tempo*.



**CRIMES
TEMPORAIS
(2007)**

Do seu quintal, Héctor avista o corpo de uma mulher na floresta e resolve investigar, mas é atacado por um homem que tem o rosto todo coberto por faixas. Na fuga, ele acaba entrando em uma máquina que o faz voltar horas antes no tempo. E descobre que o sujeito enfaiçado é ele mesmo. Esse é só o começo deste roteiro, que coloca em xeque a existência do livre-arbítrio.



**TRIÂNGULO
DO MEDO
(2009)**

Uma tempestade faz com que Jess e seus amigos saiam de um barco e busquem abrigo em um transatlântico. O navio parece vazio. O grupo encontra um chaveiro num dos corredores. São as chaves da casa de Jess. Ela já esteve no navio antes? Este é só o primeiro de um turbilhão de plot twists. E a parte filosófica aqui é sobre identidade individual. Assista e entenda.



**CONTRA
O TEMPO
(2011)**

Um ataque terrorista causa a explosão de um trem. Com uma tecnologia secreta do governo, um militar (Jake Gyllenhaal) se torna capaz de reviver incessantemente os últimos minutos de vida de um dos passageiros para desvendar o crime – e antecipar o próximo ataque. Se você gosta dos limites da ciência, vá na fé. O filme de Duncan Jones, do ótimo *Lunar* (2009) – e filho de David Bowie – é o melhor já feito sobre universos paralelos.

PÉROLAS DO STREAMING



CANAL
The WHV Nomads
YouTube

Dois franceses viajam 4.000 km pela Rússia e vão morar em Yakutsk: a cidade mais gelada do mundo, onde a temperatura fica entre 40 e 50 graus negativos. Isso é muito mais frio do que um congelador (-20 graus), e provoca situações surreais – que os 300 mil habitantes de lá encaram numa boa.



CANAL
Experimental Fun
YouTube

Um gerador elétrico movido a Coca-Cola. A faca mais afiada do mundo, feita com lâminas de barbear. O foguete caseiro com um smartphone na ponta. Um liquidificador gigante, de 1m80 de altura. Coisas bem perigosas, que você jamais deve tentar fazer; mas são divertidíssimas de ver funcionando.



A GUERRA DOS TRIÂNGULOS

VOCÊ É UM TRIÂNGULO. Mora dentro de outro triângulo. Para sobreviver, tem de escapar das figuras geométricas que entram nele. Essa premissa simplória é a base de um jogo inteligente e sofisticado, com fases cada vez mais complexas: que testam os reflexos e fazem lembrar das aulas de trigonometria no colégio.

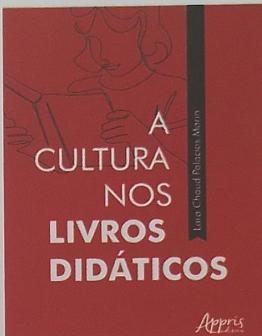
Trigono. Para iOS (US\$ 3) e Android (US\$ 1).



TRÊS APOLLO EM TEMPO REAL

ESTE SITE, CRIADO por engenheiros da Nasa, reúne todos os registros (vídeo, áudio, fotos, documentos) das espaçonaves Apollo 11, 13 e 17 e os exibe de forma sincronizada: é só clicar em "play" para acompanhar as missões como se elas estivessem acontecendo agora. O site também destaca os momentos mais interessantes e inusitados, com atalhos para ir direto a eles – como a hora em que Gene Cernan, último homem a pisar na Lua, leva um belo tombo.

Apollo in Real Time. apolloinrealtime.org



Preconceitos na escola

IMAGINE UM LIVRO de português, para a 4a. série, que ataca "um criado negligente e preguiçoso". Ou outro, usado em escolas por mais de 20 anos, que classifica a "raça branca" como "a mais bela e de mais inteligência". Nesta obra, a pesquisadora Lara Marin analisa 21 livros didáticos do Brasil do século passado – e sua conexão com os preconceitos do país. *A Cultura nos Livros Didáticos. R\$ 55.*

O cérebro e os sexos

HOMENS TÊM MAIS "inteligência espacial" e senso de direção. Mulheres sobressaem no processamento verbal, e por isso se expressam melhor. Você já deve ter ouvido coisas assim. Não são verdade. Neste livro, a neurologista inglesa Gina Rippon derruba esses e outros mitos envolvendo diferenças entre o cérebro masculino e o feminino, e mostra como muitas vêm das experiências de vida, não da genética.

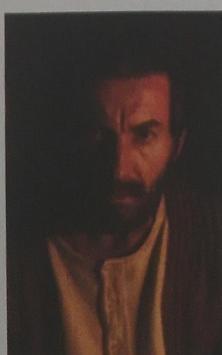
Gênero e os Nossos Cérebros. R\$ 89,90.



FILME

Minha Obra Prima (2017) Netflix

Renzo é um pintor iconoclasta e decadente, que não consegue mais vender quadros. Fica sem dinheiro e passa por situações terríveis, até que tem uma ideia: usar a própria rebeldia de um jeito ainda mais desafiador. Dirigido pelo argentino Gastón Duprat, do excelente *O Cidadão Ilustre*.



FILME

A Trincheira Infinita (2019) Netflix

Perseguido durante a Guerra Civil Espanhola, o protagonista Higino escapa de ser assassinado e se esconde num buraco em casa: onde passa os 30 anos seguintes em um confinamento apavorante, à espera de uma libertação que nunca acontece. Baseado em fatos reais – e inacreditáveis.

cercado de psicopatas



Como evitar ser explorado pelos outros no trabalho e na vida pessoal

thomas erikson

“Os psicopatas raramente estão entre os que obtêm os melhores resultados, porque não pretendem fazer nenhum trabalho”,

ESCREVE O SUECO Thomas Erikson, autor do best-seller *Cercado de Idiotas*, em seu novo livro, que é sobre psicopatas no trabalho. Erikson ensina a identificá-los (ter mais influência do que competência é um sinal típico), demonstra como agem (de que forma exploram insecuranças ou vaidades das vítimas) e explica como se defender. Tudo com exemplos práticos: nos quais você talvez reconheça situações profissionais pelas quais já passou. *Cercado de Psicopatas. R\$ 59,90.*

O aparelho dentário que vibra

HyperByte usa micropulsos para esti-
mular o alinhamento dos dentes - e
promete resultados 50% mais rápidos
que os modelos tradicionais. Texto
Bruno Garattoni • Design Juliana Alencar



O GADGET

Deve ser mordido e
segurado na boca.

AS VIBRAÇÕES

A técnica se chama High Frequency Acceleration (HFA), usa pulsos de 120 Hz e teve a eficácia documentada por estudos independentes ①.

O APARELHO DENTÁRIO Byte usa moldes de silicone transparente, feitos sob medida, que vão desentortando os dentes e devem ser usados 22 horas por dia – você só tira para comer e fazer a higiene bucal. É o mesmo princípio de funcionamento do Invisalign e de outros aparelhos “invisíveis” lançados no Brasil nos últimos anos. Mas o Byte, que por enquanto só é vendido nos EUA, tem uma diferença: vem com um gadget, chamado HyperByte, que deve ser usado cinco minutos por dia. Esse dispositivo (que foi aprovado pela FDA) deve ser colocado na boca e mordido gentilmente. Ele emite microvibrações que relaxam a gengiva e estimulam os osteoblastos, as células que formam

os ossos. Com isso, promete realinhar os dentes na metade do tempo: o processo completo supostamente leva três a quatro meses. Segundo o fabricante, as vibrações são indolores, e até ajudam a reduzir o desconforto gerado pelas moldeiras de silicone. O tratamento custa US\$ 1.895 e inclui as consultas com um ortodontista, os moldes de silicone, que vão sendo alterados e trocados ao longo dos meses, e o HyperByte. A empresa também oferece o tratamento Byte At-Night, indicado para desalinhamentos mais leves, em que as moldeiras só são usadas 1oh por dia (em casa e à noite, enquanto a pessoa dorme). Ele inclui o gadget vibratório, e custa US\$ 2.295.



PARECE UMA CAFETEIRA

MAS, NA VERDADE, é um planetário doméstico. O DS-1 Home Planetarium (US\$ 580), da empresa americana Miller Engineering, projeta uma imagem hiperdetalhada, com 4,1 milhões de estrelas da Via Láctea, no teto e nas paredes da sua casa. A projeção pode ficar estática ou girar lentamente, como num planetário de verdade. O aparelho também aceita outros discos de projeção: são 37 opções, vendidas à parte (US\$ 40 cada), com imagens da galáxia de Andrômeda, da Lua, de Marte, Júpiter e da Terra vista da Estação Espacial Internacional, entre outras.



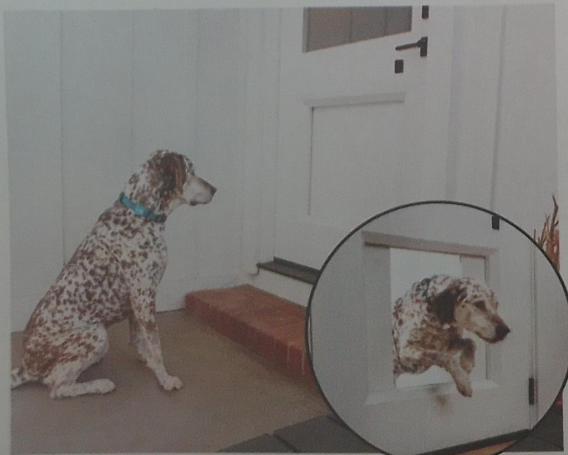
Celular sem corona

VOCÊ COLOCA O SEU TELEFONE no Cleantray Charge, aperta um botão e ele emite raios ultravioleta-C que desinfetam o aparelho, eliminando 99,99% de bactérias e vírus (inclusive o Sars-CoV-2) em cinco minutos. É um jeito prático e confiável de desinfectar o celular, que normalmente é difícil de limpar (passar álcool gel danifica a tela). O gadget comporta celulares de todos os tamanhos e funciona como carregador sem fio, em smartphones compatíveis com essa tecnologia. Também serve para desinfetar outros objetos, como chaves, carteiras e até máscaras.



Exoesqueleto de aluguel

O GUARDIAN XO, da marca americana Sarcos Robotics, é o primeiro exoesqueleto disponível para uso comercial: pode ser alugado por US\$ 8 mil mensais. Ele foi criado para uso em fábricas e na construção civil, e permite carregar até 90 kg sem fazer nenhum esforço. Também é fácil de vestir: colocá-lo leva menos de 30 segundos. O porém está na bateria, que dura só duas horas (mas é possível ter mais de uma, e ir trocando durante o dia).



PORTA AU-TOMÁTICA

A MYQ PET PORTAL reconhece o seu cachorro e se abre para que ele possa entrar ou sair de casa quando quiser. O segredo está numa coleira Bluetooth, que o animal deve usar e se comunica com a porta. Ela também pode ser controlada via smartphone e tem uma câmera, para que você veja o que está acontecendo (ainda possui um alto-falante, que permite falar com o cachorro). É adequada para cães de 4 kg a 40 kg. Está sendo lançada nos EUA, por US\$ 3 mil.

VOCÊ DECIDE

Os projetos mais interessantes (e surpreendentes) do mundo do crowdfunding



Fones de orelha

kickstarter.com

Projeto Nova Audio Earrings
O que é Um par de brincos que funcionam como fones de ouvido. São brincos normais, que pesam apenas 7 gramas, mas também se comunicam via Bluetooth com o seu celular – dá para ouvir música e fazer e receber chamadas. A bateria dura até três horas de uso contínuo (e é recarregada quando você guarda os brincos no case que vem com eles).

Meta US\$ 50 mil
Chance de rolar ●●●●

Pintas em dia

indiegogo.com

Projeto Nota Mole Tracker
O que é Um gadget para checar as pintas do seu corpo. Você encosta o aparelho numa pinta, e um LED indica se ela é normal ou se pode ser um tumor (e você deve ir ao médico). O aparelho determina isso medindo a resistência das pintas à corrente elétrica, que se altera na presença de um tumor.

Meta US\$ 20 mil
Chance ●●●●

CAPA



COMO A COMIDA CONTROLA O CÉREBRO

*O que você come influencia diretamente o que você sente.
Veja como a alimentação pode mexer com os seus
neurotransmissores, alterar estruturas cerebrais, desregular
o apetite – e até estimular ansiedade e depressão.*

Texto Bruno Gorottoni
& Eduardo Szklarz
Ilustração Felipe Del Rio
Design Carlos Eduardo Hora





QUAL FOI A ÚLTIMA COISA QUE VOCÊ COMEU? Uma maçã, um bife, um pedaço de pizza? O processo digestivo, seja qual for o alimento, é sempre o mesmo: o organismo quebra as moléculas e extrai a energia contida na comida. E o órgão que mais consome energia é o cérebro. Ele é responsável por 20% da taxa metabólica basal (calorias que o corpo gasta em repouso, simplesmente para sobreviver), queima até 320 kcal por dia. O cérebro recebe a energia na forma de glicose, um açúcar que o sistema digestivo obtém dos carboidratos (e também pode, caso necessário, sintetizar a partir de proteínas e gorduras). Mas novos estudos têm demonstrado que a coisa não é tão simples assim. A comida tem o poder de aumentar ou reduzir os níveis de neurotransmissores, provocar alterações em tecidos cerebrais, estimular ansiedade e depressão ou influir no comportamento de maneiras mais insidiosas. Inclusive, até, controlando o que e quanto você vai comer.

Depois que você faz uma refeição, o intestino produz um hormônio chamado uroguanilina. Essa substância age, de forma ainda não plenamente compreendida, sobre os rins, o coração e o próprio sistema digestivo. Ele também está relacionado à saciedade: é um aviso para o cérebro de que o corpo recebeu calorias suficientes, e ele pode cortar o sinal de fome, para que você pare de comer. Isso foi demonstrado pela primeira vez em 2011, quando cientistas de duas universidades americanas criaram ratos de laboratório geneticamente modificados, incapazes de produzir uroguanilina^①. Isso eliminou o controle de apetite dos bichinhos, que comiam de forma insaciável e invariavelmente se tornavam obesos. Nos anos seguintes, pesquisas examinaram a ação da uroguanilina em humanos e constataram que ela desempenha um papel similar. Mas o mais interessante veio em 2016, quando pesquisadores das universidades Stanford e Thomas Jefferson,

Comer muito pode fazer você comer mais. E isso não é só uma questão de força de vontade: envolve uma disfunção neurológica.



① A uroguanilin-CUC2 endocrine axis regulates feeding in mice. ② Calorie-induced ER stress suppresses uroguanilin safety signaling in diet-induced obesity. ③ Ultra Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. J Hall et outros.

por mais 15 dias. Os participantes fizeram a mesma quantidade de exercícios.

Em média, as pessoas ficavam satisfeitas depois de comer 2.600 calorias diárias quando estavam na dieta pouco processada – mas, com a alimentação industrializada, só paravam depois de 3.100. E isso também tem a ver com hormônios que agem sobre o cérebro. O estudo descobriu que quando as pessoas estavam na dieta composta por alimentos *in natura*, tinham maiores níveis do hormônio PYY, que inibe o apetite, e menos grelina, hormônio que dispara os sinais de fome. O que você come influí diretamente sobre os mecanismos de controle do apetite – e ganhar ou perder peso não é só uma questão de força de vontade. Longe disso.

O cérebro tenta impedir os gordos de emagrecer, num círculo vicioso que mantém a obesidade. A primeira pista disso veio em 1994 com a descoberta da leptina, um hormônio que é produzido pelas células adiposas e avisa ao cérebro que o corpo está com bastante energia estocada (na forma de gordura corporal). Com o tempo, o corpo dos obesos se torna menos sensível à leptina, e o cérebro passa a não detectar os sinais de saciedade.

Em 2013, pesquisado-

nos EUA, voltaram aos camundongos de laboratório para fazer um teste: o que acontece com a uroguanilina se você pegar ratos normais, que produzem esse hormônio, e deixar eles se esbaldarem de comida?

Durante 14 semanas, os camundongos tiveram acesso irrestrito, 24 horas por dia, a uma dieta altamente calórica^②. Resultado: a superalimentação estressou as células do intestino, que pararam de produzir uroguanilina. E, sem esse hormônio, o cérebro não disparava os sinais de saciedade. Percebeu? O consumo excessivo de comida, num período continuo

% é aumento no consumo de calorias causado pela desregulação dos hormônios grelina e PYY, que atuam no cérebro.

res da Universidade Brown, nos EUA, descobriram que outro hormônio entra na equação. É o alfa-MSH, que suprime o apetite e promove a queima de calorias. Durante 12 semanas, eles alimentaram um grupo de ratos ^④ com uma dieta hipercalórica e outro grupo com uma dieta normal. Os animais superalimentados ficaram obesos, e isso impediu a produção do alfa-MSH. A raiz do problema, de novo, estaria no retículo endoplasmático – ele fica sobrecarregado e para de fabricar o alfa-MSH, o que descontrola o apetite e realimenta o processo, num círculo vicioso.

A boa notícia é que comer bem pode condicionar positivamente o cérebro – e modificar naturalmente o apetite. A chave disso está no chamado “sistema de recompensa”, um conjunto de neurônios que engloba três regiões cerebrais: o nucleus accumbens (ligado à motivação), a amígdala (relacionada ao estresse) e o córtex pré-frontal (responsável pela tomada de decisões). Esse sistema libera dopamina, um neurotransmissor relacionado a sensações prazerosas. Em obesos, ele é ativado quando o indivíduo vê imagens de alimentos altamente calóricos. Mas cientistas da Universidade Tufts, nos EUA, provaram que é possível treinar o cérebro para abandonar a fissura por junk food. Durante seis meses, eles acompanharam 13 adultos com sobre peso, que foram divididos em dois grupos: um comeu normalmente, como sempre,

e o outro seguiu uma dieta saudável, com direito a encontros semanais por videoconferência e lições sobre alimentação. O cérebro dos voluntários foi escaneado, via ressonância magnética, no começo e no fim do estudo ^⑤.

O grupo da dieta perdeu em média 6 kg, enquanto o outro ganhou em torno de 2 kg. Mas isso é óbvio. O surpreendente estava nos exames de ressonância magnética. O primeiro exame mostrou que o sistema de recompensa era ativado, em ambos os grupos, quando as pessoas viam fotos de comidas muito calóricas (frango frito, por exemplo). Após seis meses, porém, o grupo da dieta demonstrou mais ativação cerebral ao ver alimentos saudáveis, como um sanduíche natural. Seu cérebro havia mudado. No fim das contas, não precisamos abrir mão do prazer na hora de sentar à mesa. Só precisamos transformar o círculo vicioso em nosso favor, tendo cautela com certos alimentos. Alguns deles, mais do que simplesmente desregular o apetite, podem provocar alterações de comportamento – e estimular ansiedade e depressão.

Os aminoácidos e os danos

Junto com as calorias, a alimentação também nos fornece vitaminas, minerais e os nove “aminoácidos essenciais” – que o organismo não consegue sintetizar, e obtemos diretamente na alimentação. Dois deles, o triptofano e a fenilalanina, são especialmente críticos

% foi o aumento no consumo calórico, ao longo de uma semana, de ratos cuja dieta incluiu um adoçante artificial.



Alimentos feitos com adoçantes artificiais podem gerar sinais metabólicos anormais – e fazer o cérebro disparar um alerta de fome.



A CONEXÃO AÇÚCAR - OPIOIDES



O açúcar e os adoçantes agem sobre os mesmos receptores cerebrais afetados pelo ópio.

Em 1991, cientistas da Universidade Johns Hopkins, nos EUA, demonstraram que a sacarose (açúcar comum) tem efeito analgésico ^⑥. Bebês que tomaram 2 ml de uma solução contendo 12% dessa substância, logo antes de um exame de sangue, choraram 50% menos com a agulhada do que os demais, que haviam ingerido 2 ml de água. Um efeito interessante (e que também foi verificado no procedimento de circuncisão), mas não prova uma ação direta, neuroquímica, sobre o cérebro: os bebês, afinal, talvez só estivessem distraídos com o sabor do açúcar.

Cinco anos mais tarde, pesquisadores da Universidade Tufts, também nos EUA, deram um passo à frente: provaram que, em ratos de laboratório, o açúcar potencializava o efeito da morfina ^⑦, um analgésico opioide. Nas cobaias que haviam sido alimentadas com sacarose ao longo de três semanas, a injeção de morfina chegava a ser duas vezes mais potente. Parecia haver, portanto, uma relação entre os receptores opioides (que existem por todo o sistema nervoso e respondem a substâncias produzidas pelo organismo, como a endorfina, bem como a medicamentos derivados do ópio, como a morfina e a heroína).

Em seguida, os cientistas tiveram a ideia de testar a naloxona, um remédio usado para tratar o vício em morfina e heroína. Ele se encaixa nos receptores opioides, reduzindo a síndrome de abstinência nessas drogas (que é fortíssima, podendo até matar). E, em ratos, também teve outro efeito: fez com que os bichinhos comesssem menos açúcar. Com os receptores opioides ocupados pela naloxona, o cérebro da cobaia ficava satisfeito, e ela não sentia vontade de comer açúcar. Essa hipótese também foi testada em humanos, num estudo da Universidade de Michigan, que administrou naloxona para 40 mulheres ^⑧. O medicamento cortou a vontade de ingerir doces. Mas isso só aconteceu nas voluntárias que tinham o hábito de comer muitos alimentos açucarados – sugerindo que elas haviam se tornado, de alguma forma, neurologicamente dependentes do açúcar.

Em 2005, cientistas da Universidade de Princeton finalmente conseguiram demonstrar o mecanismo do vício em açúcar, condicionando ratos a comer alimentos doces. Quando isso acontecia, seus cérebros disparavam dopamina (neurotransmissor associado a situações prazerosas). Depois de algum tempo, o cérebro se adaptava a um nível aumentado dessa substância, reduzindo a quantidade de receptores de dopamina – e aumentando o número de receptores opioides, mudanças similares às observadas em cobaias viadas em heroína ^⑨.

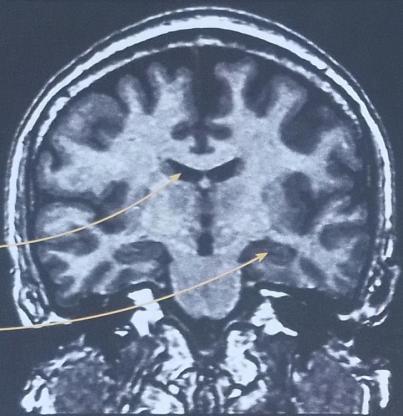
^⑥ Sucrose as an analgesic for newborn infants. E Bllass e L Hoffmeyer. 1991. ^⑦ Duration of sucrose analgesia differentially affects the effect of morphine in rats. K Alani e outros. 1996. ^⑧ Naloxone, an opiate blocker, reduces the consumption of sweet high fat foods in obese and nonobese female bright cots. A Orensteinwitz e outros. 1995. ^⑨ Evidence for sugar addiction: behavioral and neurochemical effects of intermittent, excessive sugar intake. S H Hoebel e outros. 2014.

A DIETA NO CÉREBRO

Os hábitos alimentares podem causar alterações estruturais no órgão. Veja o exemplo abaixo, que compara imagens de ressonância magnética de duas pessoas saudáveis.

CASO 1

É uma mulher de 52 anos, adepta da dieta mediterrânea – rica em frutas, verduras, nozes, grãos integrais, com consumo moderado de ovos, laticínios e carne branca. Cérebro saudável, que preenche toda a caixa craniana. Os ventrículos (reservatórios de líquor, um fluido que banha e envolve o cérebro) têm tamanho normal. O hipocampo (área que coordena a formação de memórias) é arredondado e conectado aos tecidos adjacentes.



CASO 2

Mulher de 50 anos, sem doenças neurológicas, adepta de uma dieta ocidental: com bastante fast food, carnes processadas, doces e refrigerantes. Os ventrículos são bem maiores que o normal, revelando atrofia do cérebro. O lobo temporal – área ligada ao processamento verbal e à memória – e o hipocampo apresentam danos: seus neurônios morreram, e o espaço foi preenchido por fluido (visível na cor preta).



Uma alimentação rica em sal e açúcar pode desencadear ansiedade e depressão – e até causar perdas cognitivas.



Basta manter uma dieta saudável e variada. Por dia, o corpo precisa de 25 miligramas de fenilalanina e tiroxina (somadas) a cada quilo de peso corporal. Isso significa que uma pessoa de 70 kg, por exemplo, precisa ingerir aproximadamente 875 mg de cada um desses aminoácidos por dia.

Não é difícil chegar lá. Você pode comer um pãozinho francês com um copo de leite no café da manhã, um omelete e um filé de frango no almoço, mais um iogurte e um sanduíche com duas fatias de queijo no lanche da tarde, e já terá ingerido a dose necessária de triptofano. E a fenilalanina? Só o peito de frango já fornece tudo. O que você

não pode fazer é deixar de ingerir os aminoácidos essenciais – porque aí, sim, haverá efeitos ruins. Isso já foi bem estabelecido. Uma meta-análise feita por cientistas da Universidade de Amsterdã, que analisaram 53 trabalhos científicos sobre a fenilalanina e o triptofano publicados ao longo de quatro décadas ¹⁰, constatou uma relação direta entre a falta dessas substâncias e o risco de depressão, especialmente em pessoas com histórico familiar da doença.

A ingestão de determinados alimentos, e não apenas sua falta, também pode causar problemas. “Nossos estudos mostram que o consumo excessivo de açúcar altera a

bioquímica do cérebro e a maneira como os circuitos se comunicam”, diz a neurocientista Selena Bartlett, da Queensland University of Technology, na Austrália. Em 2019, ela e outros pesquisadores revisaram mais de 300 estudos ¹¹ sobre o tema, e concluíram que há “evidências esmagadoras” de que uma dieta rica em açúcar está associada a ansiedade e depressão.

A equipe de Bartlett demonstrou, numa experiência em ratos de laboratório ¹², que o consumo crônico de açúcar provoca alterações anatômicas no cérebro, encurtando os dendritos (as pontas dos neurônios). São danos evidentes, que não acontecem só em cobaias de

laboratório – alterações do tipo já foram encontradas em cérebros humanos (veja quadro ao lado). O açúcar não é o único alimento capaz de provocar mudanças anatômicas no cérebro. O sal também pode fazer isso. Dietas ricas em sódio são associadas a maior risco de doenças neurológicas, mas até há pouco tempo os cientistas não sabiam explicar bem por quê. Com o sal aumenta a pressão arterial, acreditava-se que o problema estivesse na redução do fluxo de sangue no cérebro. Mas pesquisas recentes mostraram que uma dieta rica em sal aumenta o risco de demência mesmo em quem não têm hipertensão. Como é possível?

gramas de sal por dia é o consumo médio dos brasileiros – quase o dobro do limite recomendado.

Costantino Iadecola, professor da Faculdade de Medicina Weill Cornell, decifrou o enigma. Ele alimentou camundongos com uma dieta contendo entre 8 e 16 vezes a quantidade normal de sal ¹³. Após dois meses, os animais se saíram mal em testes cognitivos: não conseguiam reconhecer objetos e demoravam mais para sair de um labirinto. Iadecola pensou que o excesso de sal estivesse causando danos pela redução do fluxo sanguíneo. Mas, ao analisar o tecido cerebral, ele viu outra coisa acontecendo: havia acúmulo de uma proteína chamada tau, ligada à doença de Alzheimer. “A tau é essencial para o funcionamento

¹⁰ Mood is indirectly related to serotonin, norepinephrine and dopamine levels in humans: a meta-analysis of monoamine depletion studies. HG Ruhe e outros, 2009. ¹¹ The impact of sugar consumption on stress driven, emotional and addictive behaviors. S Bartlett e outros, 2019. ¹² Binge-like excessive consumption reduces the dendrite length and complexity of principal neurons in the adolescent rat basolateral amygdala. S Bartlett e outros, 2019. ¹³ Dietary salt promotes cognitive impairment through tau phosphorylation. C Iadecola e outros, 2019.



O corpo depende de nove "aminoácidos essenciais", que só obtemos diretamente a partir de certos alimentos. E a falta de dois deles pode estar ligada à ansiedade e depressão.

dos neurônios. Em condições como Alzheimer e demência, no entanto, ela se torna disfuncional", diz Iadecola.

Normalmente, a tau fica sob controle graças ao efeito do ácido nítrico, que é produzido pelas células endoteliais do cérebro (elas formam a barreira hematoencefálica, uma camada de proteção que envolve o órgão). Mas o excesso de sal desregula todo o processo. O problema começa no intestino, onde o sal provoca um aumento de células de defesa chamadas linfócitos TH17. Esses linfócitos produzem IL17, uma proteína que inflama as células endoteliais do cérebro. Elas, por sua vez, param de produzir óxido nítrico – o que leva ao acúmulo da proteína tau. A boa notícia é que o problema é reversível: quando Iadecola restaurou a produção de óxido nítrico nos ratos, a cognição deles melhorou.

Adoramos o sal porque ele é vital para o organismo. Sal é rico em sódio, e sem sódio o sistema nervoso não consegue disparar sinais elétricos. O corpo também precisa dele para equilibrar o fluido dentro e fora das células. Por isso o sabor salgado é tão gostoso, tão atraente – evoluímos para desejar-lo. Com o açúcar, acontece a mesma coisa.

Milhares de anos atrás, antes da criação da agricultura, nossos ancestrais só obtinham açúcar das frutas (só disponíveis em parte do ano, durante certas estações) e do mel (escasso e protegido pelas abelhas). Ou seja:

2 era um acesso limitado. A evolução então programou nosso cérebro para ingerir muito açúcar nas poucas vezes em que o encontrássemos, pois isso garantia uma reserva calórica para os tempos de escassez. Mas hoje vivemos rodeados de doces, balas, bebidas e alimentos açucarados – e isso tem gerado um curto-circuito.

A explosão do açúcar começou nos anos 1960, quando ele passou a ser usado industrialmente para substituir gorduras, mascarar o amargor, turbinar o consumo de bebidas doces e tornar os alimentos mais palatáveis. Desde então o consumo mundial de açúcar

mg, a cada kg de peso corporal, é a quantidade de fenilalanina e tirosina que você precisa ingerir por dia para que o corpo produza dois neurotransmissores.

triplicou, sobretudo devido à sua adição oculta nos alimentos processados. Nesse mesmo período houve uma disparada nos casos de depressão, que cresceram 18% nos últimos dez anos, segundo a OMS, e hoje somam 300 milhões de pessoas (11,5 milhões de brasileiros), sendo a principal causa de incapacidade no planeta.

Assim como essas drogas, o açúcar também se conecta aos receptores opioides, e pode até potencializar o efeito da morfina (leia na pág. 25). Isso depende de vários outros fatores, claro (inclusive a disposição das pessoas deprimidas em buscar ajuda e a propensão dos médicos em diagnosticar a doença). Mas é possível que o consumo avassalador de açúcar, que é de quase 180 milhões de toneladas por ano – o que dá espantosos 23 quilos para cada ser humano, incluindo bebês –, possa estar contribuindo para isso. E o açúcar não se limita a alterar o cérebro; também pode gerar dependência.

Sacarose e nicotina

Para que uma substância viciante, ela precisa se conectar a determinados alvos no cérebro. E o açúcar acerta em cheio um dos principais: os chamados "receptores nicotínicos". A principal função desses receptores, que existem no cérebro e em outras partes do corpo, é responder à ação de acetilcolina, um neurotransmissor que faz os músculos se moverem (leia mais sobre isso na reportagem da pág. 32). Os receptores também se encaixam muito bem à nicotina, e por isso ganharam esse nome. E o açúcar age diretamente sobre eles. "Nós publicamos vários estudos mostrando que ele é tão viciante quanto o álcool e o cigarro", diz Bartlett. O açúcar também se conecta aos receptores opioides, e pode até potencializar o efeito da morfina (leia na pág. 25).

Curiosamente, esse efeito também pode ocorrer com adoçantes artificiais, como demonstrou o neurocientista Serge Ahmed, da Universidade de Bordeaux. Ele é especialista no vício em álcool e drogas, mas resolveu estudar os efeitos da sacarina em cobaias de laboratório. Ahmed permitiu que 132 ratos, que nunca haviam ingerido açúcar ou adoçante, escolhessem entre duas alavancas: uma lhes dava uma recompensa de cocaína (0,25 mg, injetados por uma sonda intravenosa que já estava colocada nos ratos) e a outra dava acesso, durante 20 segundos, a água adoçada com sacarina (0,2%). Resultado: 94% dos animais preferiram a sacarina. A mesma preferência foi observada com sacarose (açúcar). "Nossas descobertas demonstram que a doçura intensa pode superar a recompensa da cocaína, mesmo em indivíduos viciados em drogas", concluiu o estudo.



Os adoçantes também podem enganar o cérebro e fazer a pessoa comer mais – indo contra sua grande vantagem, que é justamente ter poucas calorias. Em 2017, cientistas da Universidade Yale demonstraram que os refrigerantes zero caloria, feitos com adoçante, geram uma resposta metabólica anormal ^②: o corpo acha que está ingerindo um alimento rico em açúcar e reage disparando uma série de processos cerebrais e digestivos. Como na verdade não há açúcar, nem calorias, esse processo é frustrado – e a pessoa sente fome exacerbada. Trata-se de uma distorção neurológica, sem componente emocional (não é

que a pessoa come mais porque tomou um refrigerante diet, por exemplo, e se sente à vontade para exagerar no resto).

Isso foi provado numa experiência com um bicho de cognição rudimentar: a mosca-da-fruta. Em 2016, o geneticista Greg Neely, da Universidade de Sydney, alimentou moscas com duas dietas diferentes ^③. A primeira continha alimentos adoçados com açúcar; a outra, comida feita com o adoçante sacarose. Após cinco dias, as moscas que ingeriram sacarose haviam consumido 30% mais calorias do que as que comeram açúcar. Elas simplesmente comiam mais. Quando o

adoçante foi removido da dieta, o consumo de calorias voltou ao normal. O estudo foi replicado em camundongos, que receberam uma dieta com sacarose – e, ao longo de uma semana, ingeriram 50% mais calorias.

Já havia provas de que, em humanos, trocar o açúcar por adoçante não evitava ganho de peso nem diabetes. Mas não se sabia bem por quê. Neely matou a charada. “Os adoçantes imitam o estado de fome no cérebro”, diz. Também interferem na insulina – um hormônio liberado pelo pâncreas quando o nível de glicose (açúcar) no sangue aumenta. Quando comemos mais do que precisamos, a

insulina entra em ação e permite que a glicose seja estocada nas células, diminuindo a taxa de açúcar no sangue. Os adoçantes também provocam a liberação desse hormônio. “A insulina então abre a porta das células para que o açúcar entre. Mas, como não há nenhum açúcar para entrar, as células ficam pedindo mais”, explica a médica espanhola Marta Aranzadi, especialista em nutrição. (Se você tem propensão a diabetes, é recomendável eliminar os refrigerantes zero da dieta.)

O açúcar é capaz de fazer algo ainda mais surpreendente: interferir na população de micróbios que vivem no intestino. Ao longo da evolução, humanos e micróbios desenvolveram uma simbiose. Nós os hospedamos e alimentamos; em troca, eles ajudam a regular as funções de diversos órgãos, incluindo o cérebro. Em

um estudo feito em 2020, uma experiência da Universidade do Texas revelou que o consumo excessivo altera a microbiota de ratos, que passam a ter mais bactérias das espécies *A. muciniphila* e *B. fragilis* – cuja presença aumenta os níveis de inflamação no corpo.

Ainda não se sabe se isso também acontece em humanos, nem se a proliferação dessas bactérias pode ter efeito sobre nós. Por via das dúvidas, melhor manter o açúcar e em outras coisas que fazem mal, e preferir alimentos saudáveis. Eles podem ser tão ou mais gostosos do que a junk food. O segredo é convencer o cérebro. E isso não precisa ser uma tarefa árdua, que requer muita força de vontade. Afinal, você já tem uma arma poderosa para reprogramá-lo: a própria comida.

Durante a vida, a população de bactérias vai mudando, principalmente

^① Integration of Sweet Taste and Metabolism Determines Carbohydrate Reward. O Small e outros, 2017. ^② Sucralose Promotes Food Intake through NPY and a Neuronal Fasting Response. G Neely e outros, 2016. ^③ Fructose intake reduces the waking cortisol response and alters emotional bias in healthy volunteers. P Burnet e outros, 2015. ^④ Dietary simple sugars alter microbial ecology in the gut and promote colitis in mice. H Zaki e outros, 2020.

GEOPOLÍTICA

Texto Eduardo Szklarz e Bruno Garattoni Ilustração Amanda Miranda Design Juliana Krauss

Novichok

O VENENO SECRETO

Durante a Guerra Fria, os EUA tentaram confundir a URSS vazando informações sobre uma arma química incrivelmente letal que na verdade não existia - ela era impossível de fabricar. Mas o plano deu errado: os russos conseguiram produzir o gás. E ele pode ter sido usado recentemente contra dois inimigos do Kremlin.

MATA

ALEXEI NAVALNY ACORDOU bem cedo e foi direto para o aeroporto de Tomsk, na Sibéria, sem tomar café da manhã. Por volta das 7h, comprou um chá e ficou esperando para embarcar no voo de volta para Moscou. Tirou uma selfie soridente, com pessoas que o reconheceram no aeroporto — Navalny é blogueiro e político, de oposição ao governo Putin. O avião decolou às 8h, e logo ele percebeu que não estava bem. Entrou no banheiro e ficou lá dentro por 20 minutos, vomitando, até que as aeromoças bateram na porta. Navalny deitou no corredor do avião e entrou em pânico. Começou a gritar, aparentemente de dor, e às 9h20 o piloto decidiu fazer um pouso de emergência no aeroporto mais próximo, na cidade de Omsk. Mas o tempo estava ruim, e o avião só conseguiu aterrissar às 10h. Navalny foi levado direto para o hospital, onde entrou em coma. Por insistência da família, foi transferido para Berlim, onde continuou internado. Só acordou do coma em 7 de setembro de 2020, 17 dias após o fatídico voo.

Em outubro, técnicos da Organização para a Proibição de Armas Químicas (OPCW), uma divisão da ONU, analisaram amostras de sangue e urina de Navalny. E concluíram que os biomarcadores encontrados “têm características estruturais semelhantes” à do

grupo de substâncias conhecidas como novichok. Desenvolvido nos anos 1970 e 1980, o novichok (a palavra significa “novato”, em russo) é cinco a oito vezes mais letal do que o gás VX — até então a arma química mais potente do mundo. E Navalny não foi seu único alvo recente. Em 4 de março de 2018, o ex-espião russo Sergei Skripal e sua filha Yulia foram encontrados inconscientes no banco de um parque na cidade britânica de Salisbury, onde viviam. Ambos sobreviveram, mas ficaram em estado crítico durante semanas. Haviam sido envenenados com novichok.

Os casos desencadearam grandes crises diplomáticas. A Inglaterra acusou os russos de invadir seu território para envenenar Skripal, do mesmo jeito que eles teriam feito com o ex-agente da KGB Alexander Litvinenko (*leia texto na pág. 38*). Após o ataque a Navalny, a França pressionou a Alemanha a abandonar o Nord Stream 2, um enorme gasoduto que está sendo construído para levar gás natural da Rússia para a Europa (os russos fornecem 37% de todo o gás consumido no continente, e querem ampliar sua participação). E os Estados Unidos ameaçaram impor novas sanções econômicas aos russos — que negam todas as acusações. O país afirma que o caso Navalny pode ter sido armado pelos



Como o novichok mata

Arma é ativada pouco tempo antes do ataque — e descontrola os músculos.

Lógica binária

O novichok é formado por dois ingredientes, e só adquire suas propriedades quando eles são misturados (o que diminui os riscos de armazenamento e uso do produto). É o mesmo princípio da ogiva química M687, que foi fabricada pelos EUA até 1997 e tinha duas substâncias que se combinavam, formando gás sarin.

Aplicação

O novichok tem versões sólidas, que podem ser dispersadas como pó, e líquidas, que se vaporizam à temperatura ambiente (*veja quadro na pág. 36*). Ambas são invisíveis a olho nu e ficam em suspensão no ar, podendo ser inaladas ou absorvidas pela pele. Uma exposição de 30 a 120 segundos é suficiente para causar envenenamento letal.

Ação

Ao penetrar no organismo, o novichok bloqueia a ação da enzima acetilcolinesterase, que está presente no sangue e nos músculos e serve para regular a acetilcolina, o neurotransmissor que faz os músculos se contrairem (quando o seu coração bate, você respira ou move alguma parte do corpo).

Envenenamento

Os sintomas podem levar até 12 horas para se manifestar. Sem a enzima, a acetilcolina age de forma descontrolada — e isso causa contrações anormais em todos os músculos do corpo. A vítima fica com as pupilas contraídas, vomita e pode salivar, urinar e defecer. Também pode ter convulsões e ficar inconsciente. A morte ocorre por parada cardiorrespiratória.

Antídoto

Se a pessoa não tiver inhalado ou absorvido novichok o bastante para matá-la rapidamente, pode ser curada com atropina, um medicamento que freia a ação da acetilcolina e, com isso, elimina as contrações. O diazepam também pode ser usado para interromper as convulsões.

EUA ou seus aliados, pois mais de 20 nações supostamente dominam a produção de novichok (em 2018, um consórcio de imprensa reunindo o jornal *Süddeutsche Zeitung*, a revista *Die Zeit* e as emissoras NDR e WDR revelou que a Alemanha havia obtido uma amostra do veneno, fornecido por um cientista russo, no final dos anos 1990).

O novichok foi criado pelos russos, mas nasceu devido a uma manobra dos EUA. Durante a Guerra Fria, os americanos vazaram documentos (verdadeiros e falsos) sobre suas tentativas de desenvolver o GJ, um gás extremamente letal — mas, na prática, instável demais para ser usado como arma. O objetivo era fazer os soviéticos desperdiçarem tempo e dinheiro tentando copiar a substância. Só que o tiro saiu pela culatra.

A Operação Shocker

Numa noite de agosto de 1959, como fazia toda semana, o russo Boris M. Polikarpov foi jogar vôlei na sede da Associação Cristã de Moços (YMCA) em Washington. Ele se apresentava como “Mike” e dizia que era adido militar (espécie de diplomata que trabalha nas Forças Armadas), mas na verdade era outra coisa: um agente da GRU, a divisão de espionagem do Exército russo. Quando a partida terminou, ele se aproximou de outro jogador. Era um sargento do Exército americano, vestido de uniforme, que curtia a brisa de verão sentado nos degraus. Os dois nunca haviam se falado. “Você já jantou?”, perguntou Polikarpov. O americano aceitou o convite e foram até um restaurante ali perto. O sargento se chamava Joe Cassidy e trabalhava na usina nuclear de Fort Belvoir, na Virginia.

“Para Polikarpov, um veterano oficial de inteligência, a dança de espionagem havia começado”, relata o escritor americano David Wise no livro *Cassidy’s Run: The Secret Spy War Over Nerve Gas* (“A guerra secreta pelo gás dos nervos”, não lançado no Brasil). Polikarpov queria usar o sargento americano para obter informações militares. “Quando você começou a jogar na YMCA?”, perguntou o russo. “Há cinco meses”, respondeu o americano, entre uma garfada e outra. Claro que Polikarpov já sabia a resposta. Ele observava Cassidy atentamente desde março, quando o vira pela primeira vez. O que o russo não sabia é que

Cassidy era um agente duplo, enviado pelo FBI. Agora, cinco meses depois, Polikarpov tinha mordido a isca.

Cassidy e o russo continuaram se encontrando para jantar. Até que um dia o russo perguntou: "Joe, você pode me fazer um favor? Estamos interessados em algumas informações sobre energia nuclear". Revelou que era russo, e disse que seu país precisava daquela tecnologia para levar energia a regiões pobres. Fazendo jogo de cena, Cassidy advertiu que nunca traia os EUA, mas se mostrou disposto a cooperar quando o russo jurou que o programa era pacífico. E assim foi: Polikarpov pediu informações e Cassidy transmitiu os pedidos ao FBI, que consultava o Exército dos EUA. Ai os militares liberavam documentos confidenciais (alguns verdadeiros, outros falsos). E Cassidy entregava ao russo em troca de US\$ 10 mil – depois repassados ao FBI.

Ele não passou por nenhum treinamento para ser espião. Seu comandante do Exército apenas lhe pediu que fosse a uma reunião com dois agentes do FBI. "Você já jogou vôlei?", eles perguntaram. Cassidy assentiu, e os agentes lhe disseram que fosse jogar toda quinta à noite na YMCA. Lá, seria abordado por alguém com sotaque estrangeiro. "E o que devo fazer?", indagou. "Apenas vá em frente com isso. E vista o uniforme do Exército", responderam. Assim, usando apenas seu talento nato, Cassidy acabou conquistando a confiança

de Polikarpov e de outros "Mikes" que o sucederam.

Começava aí uma das mais longas missões de espionagem da Guerra Fria: a Operação Shocker. Durante os 23 anos seguintes, os americanos alimentaram espiões soviéticos com documentos falsos, que falavam sobre armas que não existiam. Entre elas o GJ, um gás dos nervos (que ataca o sistema nervoso) cujo desenvolvimento havia fracassado. "Como parte da Operação Shocker, o governo americano passou cerca de 4.500 documentos sobre um novo tipo de agente nervoso organofosforado [feito de carbono e fósforo]", dizem os cientistas Benjamin Garrett e John Hart, especialistas em armas de destruição em massa, no livro *The A to Z of Nuclear, Biological and Chemical Warfare* ("O A a Z das armas nucleares, químicas e biológicas", não lançado no Brasil).

Do tabun ao VX

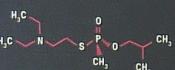
"Os gases nervosos estão entre as armas mais horríveis já desenvolvidas, não menos mortais que as bombas nucleares e agentes biológicos, como antraz e ebola", escreve Wise. Embora sejam chamados de gases, eles na verdade são líquidos, que podem ser vaporizados sobre a vítima, diluídos em bebidas ou aplicados em roupas.

Segundo o químico russo Vil Mirkayev, que trabalhou por mais de duas décadas com o novichok e vive nos EUA desde 1995, a Rússia também teria desenvolvido versões sólidas do produto, que viram um pó ultrafino (veja o quadro abaixo). Alguns agentes nervosos, como o sarin, evaporam rápido e são chamados "não persistentes". Outros, como o VX, estão entre os "persistentes": são



Os tipos

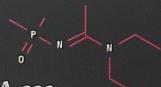
O novichok tem pelo menos cinco variações, com características diferentes.



Substância 33

Fórmula: $C_5H_{14}NO_2PS$

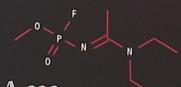
Desenvolvida pelos russos no final dos anos 1950. Trata-se de uma imitação do gás VX, que foi criado pelos ingleses (os EUA também produziram). É tão tóxico quanto o VX, mas menos estável – se decompõe mais rápido.



A-230

Fórmula: $C_5H_{14}FN_2OP$

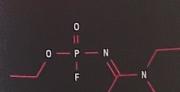
Primeira fórmula original russa, classificável como novichok. É cinco a oito vezes mais potente do que o VX. Mas também tem um problema: é pouco volátil à temperatura ambiente, o que prejudica seu espalhamento.



A-232

Fórmula: $C_5H_{14}FN_2O_2P$

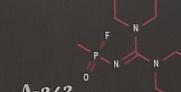
É menos potente do que o A-230, mas compensa isso apresentando maior volatilidade e durabilidade (o que o torna ideal para uso em mísseis com ogivas químicas, por exemplo).



A-234

Fórmula: $C_5H_{14}FN_2O_2P$

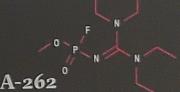
Tem um átomo de carbono e dois de hidrogênio a mais em relação ao A-232. Ainda mais volátil, é letal em concentrações mínimas: 7 miligramas, dispersos no ar, podem envenenar uma pessoa em dois minutos.



A-242

Fórmula: $C_5H_{14}FN_2O_2P$

Diferente dos antecessores, é sólido à temperatura ambiente (só se torna líquido acima de 21°C). Pode ter sido desenvolvido para uso durante o inverno, sendo dispersado sobre o solo como um pó ultrafino.



A-262

Fórmula: $C_5H_{14}FN_2O_2P$

Também é sólido em temperatura ambiente. Pode ser sintetizado de elementos como a metilidilorofosfina, que é usada como ingrediente na indústria agroquímica (e não é proibida pelas leis contra armas químicas).

viscosos e têm evaporação lenta, podendo permanecer em objetos e superfícies por mais de uma semana. Os agentes persistentes são identificados por uma sigla iniciada pela letra G (de *German*, já que os alemanes foram os primeiros a sintetizá-los). É o caso do tabun (GA), do sarin (GB) e do soman (GD), criados nas décadas de 1930 e 40 pela equipe do químico Gerhard Schrader, da empresa IG Farben. No final da Segunda Guerra Mundial, os soviéticos levaram os estoques desses produtos para a URSS. Mas o Exército dos EUA capturou Schrader, que entregou as fórmulas do tabun, do sarin e do soman. Em 1950, cientistas britânicos criaram o VX, que foi aperfeiçoado pelo químico americano Bernard Zeffert nos laboratórios de Edgewood, em Maryland.

"O VX é mais potente de todos os agentes nervosos. Qualquer contato do líquido com a pele pode ser letal, a menos que seja lavado imediatamente", afirma um documento do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos EUA. Cada agente tem um grau de eficácia, mas todos funcionam da mesma jeito: atacam a enzima colinesterase.

Essa enzima descompõe a acetilcolina, um neurotransmissor que controla os impulsos nervosos dos músculos. É graças à acetilcolina que podemos respirar e nos mexer. Mas quando um gás nervoso inibe a produção de colinesterase, a acetilcolina não é neutralizada – o sistema nervoso fica acelerado, girando descontroladamente. Então todos os músculos, inclusive os do sistema respiratório, entram em pane. É mais ou menos assim, com asfixia, que os insetos morrem sob a ação de inseticidas.

Em 1959, quando o FBI mandou Cassidy ir jogar vôlei na YMCA, Cassidy entrou na grande mentira. Reparou que os gases nervosos são rotulados como GA, GB... até GH? Então: Cassidy entregou documentos falsos a Danilin indicando que os cientistas americanos haviam desenvolvido um gás chamado GJ.

americanos e russos já tinham grandes programas de armas químicas. Mas estavam dispostos a tudo para dar o próximo passo.

As armas binárias

Em junho de 1964, a Operação Shocker entrou em sua etapa decisiva. Para atacar ainda mais o apetite dos russos, o FBI transferiu Cassidy para o laboratório de Edgewood, celeiro dos agentes nervosos mais letais do arsenal americano. O foco principal de Edgewood era o sarin (GB), mas também havia testes com soman (GD) e outras substâncias, chamadas de GE, GF e GH.

Em outubro, Cassidy fiscou seu novo contato, o espião soviético Mikhail Danilin. O russo queria saber se os cientistas americanos estavam sintetizando gases mais potentes e, principalmente, se haviam desenvolvido um "sistema binário". Nesse sistema, a arma é composta por duas substâncias menos tóxicas, que ficam separadas – em dois compartimentos de uma bomba ou granada, por exemplo – e só são misturadas no momento do ataque, gerando o gás letal. Essa tecnologia torna as armas químicas mais seguras, reduzindo o perigo para os soldados e espiões que as transportam. Ela também permite produzir armas químicas usando substâncias comuns, que não são proibidas (acredita-se que o novichok possa ser gerado a partir de agrotóxicos, por exemplo).

Com os russos confiando plenamente em Cassidy, o FBI decidiu que era hora da grande mentira. Reparou que os gases nervosos são rotulados como GA, GB... até GH? Então: Cassidy entregou documentos falsos a Danilin indicando que os cientistas americanos haviam desenvolvido um gás chamado GJ.

→

E, melhor ainda, ele era binário. "Havia um grão de verdade, já que os cientistas de Edgewood de fato tentaram fazer isso", conta Wise. "Mas os resultados enviados aos russos eram falsos."

A substância era instável demais, perdendo rapidamente a toxicidade. Os EUA queriam que os soviéticos desperdiçassem tempo e recursos tentando replicá-la. E que morressem fazendo isso: não existia antídoto para o GJ, o que era extremamente perigoso e acabava inviabilizando seu uso.

O risco, claro, era que os soviéticos utilizassem todas aquelas informações, tanto as verdadeiras quanto as falsas, para fazer avanços que os americanos não haviam conseguido – e criassem uma superarma química. "Os chefes do Exército e do FBI sabiam desse risco. Mas também sabiam que a URSS já estava fazendo pesquisa de grande escala sobre gases nervosos", escreve Wise. Os chefes da Operação Shocker decidiram que valia a pena. Até porque os cientistas americanos haviam garantido que o GJ jamais daria certo.

Mas cientistas também erram.

O cinco novichoks

O Instituto de Pesquisa Científica de Química Orgânica e Tecnologia do Estado (GOSNIIOKhT) é um prédio sem graça na zona leste de Moscou. Mas ali, durante a Guerra Fria, funcionou o programa de armas químicas da URSS. Era onde os soviéticos testavam substâncias como o VX inglês (chamado por eles de "Agente 31"), tentando criar fórmulas novas e mais letais.

O químico Vil S. Mirzayyanov trabalhou no programa durante 26 anos. "Como centenas de cientistas, dei meu melhor nesse trabalho", diz Mirzayyanov no livro *State Secrets: An Insider's Chronicle of the Russian Chemical Weapons Program* ("Segredos de Estado: a visão de um participante do programa russo de armas químicas"), que ele mesmo escreveu em 2008.

Por um longo tempo, a Rússia só reproduziu as armas químicas dos países ocidentais. "Entre 1971 e 1973, porém, o cientista Petr Kirpichev e sua equipe criaram uma nova classe de agentes químicos, muitas vezes mais letais do que tudo o que se conhecia até então", relata Mirzayyanov. Essa nova família de substâncias, derivadas das séries G e V,

E o polônio?

Veneno radioativo
foi usado para matar
ex-agente russo.

O militar Alexander Litvinenko trabalhou na KGB e em sua sucessora, a FSB ("Serviço Federal da Federação Russa") até 1998, quando acusou publicamente a agência de corrupção. Foi demitido, preso, solto e no ano seguinte fugiu para Londres, onde morreu de ataque cardíaco. Em 1 de novembro do ano passado, caiu morto a vomitar e passou a noite num hospital, onde foi internado. Os sintomas foram piorando, ele não conseguia ficar em pé, e os médicos suspeitaram de envenenamento. Amostras de sangue e urina revelaram um traço de radiação gama típico do polônio-210: elemento que existe em quantidades ínfimas na natureza, mas pode ser produzido em reatores nucleares (usando bismuto, que é irradiado pelos neutrões gerados no reator).

O polônio-210 emite radiação gama (o tipo que atravessa paredes e penetra no corpo), mas produz muita radiação alfa – que é bloqueada fisicamente por praticamente qualquer coisa, como uma folha de papel ou a pele humana. Os médicos concluíram que Litvinenko havia ingerido polônio-210, e por isso não havia radiação em torno de seu corpo – os raios alfa estavam matando a vítima por dentro, mas não saiam pela pele. Isso torna o polônio-210 bem difícil de detectar, faz dele um veneno radioativo discreto e eficaz. A dose letal é muito baixa (cerca de 1 miligrama (ou 0,00001 gramos)).

Após a morte de Litvinenko, em 31 de novembro, uma autópsia encontrou a substância dentro de seu organismo. Acredita-se que ele tenha sido envenenado em 1 de novembro, o mesmo dia em que passou mal – e, antes disso, encontrou dois ex-agentes russos. Um deles, Dmitri Kovtun, também foi hospitalizado por envenenamento radioativo.

foi batizada com a letra A – e depois apelidada de novichok.

Existem pelo menos cinco tipos de novichok (veja quadro na pág. 36). Para cada um deles, o GOSNIIOKhT sintetizou um pesticida com estrutura análoga, abrindo a possibilidade de que produtos agrícolas sejam usados para produzir armas químicas. Não foi fácil, e os militares da URSS quase desistiram do projeto. Mas acabaram chegando lá: Os testes mostraram que o A-230 era cínico a oito vezes mais letal que o agente 33 [VX], escreve Mirzayyanov. "Em 1986, os militares testaram o A-230 em Nukus [no Uzbequistão], usando bombas e foguetes", afirma o químico. Foi um sucesso. Os ensaios com o A-232 também deram certo, e o Exército da URSS aprovou seu uso militar.

"Como eles são estritamente protegidos, não sabemos realmente quantos existem", diz Gary Stephens, professor de farmacologia da Universidade de Reading, no Reino Unido, e especialista em armas químicas. "Embora possam ser uma variedade de agentes, todos eles atacam a enzima acetilcolinesterase, o que causa sintomas característicos." Também não se sabe das fórmulas sanguíneas binárias. Os novichoks são mais potentes do que as outras armas químicas porque suas moléculas se ligam mais facilmente à tal enzima. "São necessárias menores quantidades de novichok do que de VX para afetar o alvo", explica Stephens.

O novichok também foi desenvolvido para burlar inspetores internacionais, já que muitos de seus componentes – produtos à base de fosfato, como

herbicidas comuns – não figuram na lista de substâncias banidas pela Convenção sobre Armas Químicas, assinada por quase 200 países (inclusive EUA e Rússia) em 1993.

Mirzayyanov, que se mudou para os EUA em 1995, diz que escreveu seu livro justamente para denunciar o perigo do "uso dual" desses compostos, que podem ter aplicações legítimas mas também virar armas de destruição em massa. "Quando um novo agente químico está sendo fabricado, a fórmula civil correspondente também é preparada. Por exemplo, um pesticida. Esse é o jogo", afirma. "Qualquer potencial violador da Convenção pode usar fábricas civis para a produção. E essas fábricas podem não ter nenhum conhecimento de que estão produzindo precursores para armas letais."

Em suma: mesmo proibidas no mundo todo, as armas químicas continuam sendo uma ameaça. "Não sabemos se algum outro país tem o conhecimento e a capacidade de produzir esses agentes ou similares. É evidente que os governos de países onde os novichoks foram usados (ou suspeitos de ter sido usados) analisarão os agentes para melhorar seu conhecimento e segurança", diz Stephens.

Alexei Navalny se recuperou e, estranhamente, voltou à Rússia. Foi preso e sentenciado a três anos de detenção por violar a liberdade condicional (em 2017, havia sido condenado por desvir recursos da Kirovles, estatal que comercializa madeira). "Não tenho dúvidas de que Vladimir Putin tentou me matar", declarou à imprensa.

Putin admitiu que Navalny foi monitorado pela FSB (a sucessora da KGB), pois teria recebido o apoio de serviços de inteligência dos EUA, mas negou a tentativa de assassiná-lo. "A esposa dele [Navalny] me pediu, e eu imediatamente dei a ordem para que ele pudesse sair do país e ser tratado na Alemanha," Putin insinuou que o envenenamento foi armado para prejudicar a Rússia e afirmou que, se alguém quisesse matar Navalny, "elas provavelmente teriam terminado".

Enquanto o Kremlin e o Ocidente trocam acusações sobre o novichok, o mundo especula qual será seu próximo alvo. ■

O NOVICHOK PODE SER SINTETIZADO A PARTIR DE SUBSTÂNCIAS PERMITIDAS.

737 MAX

O RETORNO

Texto Leonardo Pujol
 Ilustração Denis Freitas
 Design Carlos Eduardo Hora
 Edição Alexandre Versignassi

Depois de quase dois anos em revisão, o avião marcado por duas tragédias num intervalo de poucos meses volta à ativa. Entenda o que causou os acidentes e o que mudou na segurança da aeronave.

ERA PARA SER O MAIOR SUCESSO da história da aviação. O Boeing 737 MAX nasceu como a versão mais moderna do jato mais emblemático de todos os tempos - a linha 737 da Boeing, que já voa há mais de meio século. O MAX chegou 14% mais econômico e com um alcance 20% maior. Então vieram as duas tragédias. Uma em outubro de 2018, na Indonésia. Outra em fevereiro de 2019, na Etiópia. Duas quedas logo após a decolagem, com 346 vítimas fatais. A aeronave terminou "aterrada", ou seja, perdeu sua permissão para voar, até que a Boeing encontrasse uma solução para tornar o avião seguro.

A previsão inicial era a de que a suspensão do MAX durasse apenas três meses. Até lá, o que houvesse para ser resolvido seria resolvido. Mas não. O processo levou um ano e dez meses. O MAX retornaria, com reformas, só no final de 2020, após 4 mil horas de análises e 1.350 voos de teste.

Na véspera do retorno da aeronave, numa manhã nublada de dezembro, a Super embarcou em um "voo técnico" do 737 MAX, sem passageiros comerciais, realizado pela Gol como parte da última etapa de testes antes de a aeronave voltar ao batente.

Também conversamos com pilotos de diferentes companhias, especialistas do setor e executivos da Boeing e da Gol, única empresa a operar o jato no Brasil. Tudo para entender a extensão das mudanças - e como elas tornam o MAX seguro para voar novamente.

O voo saiu de Congonhas, em São Paulo, logo após as 11h. Destino: aeroporto de Confins (MG), sede da Aerotech, unidade de manutenção de aeronaves da Gol - onde os seus sete MAX foram preservados. Minha poltrona era a 18A. Pela janela, notei o céu carregado. Sera que sofreríamos alguma turbulência na subida? A decolagem causava certa ansiedade nos convidados. Mesmo com o mau tempo, porém, o avião decolou suavemente, sem qualquer adversidade. Nada que surpreendesse, claro. Dias antes, Paulo Kakinoff, presidente da Gol, e outros executivos da empresa haviam feito o mesmo trajeto com suas famílias.

A viagem até Confins durou cerca de uma hora. Uma leve turbulência foi sentida na aproximação ao aeroporto, nada anormal para a quantidade de nuvens



na cidade mineira. A aterrissagem foi bem-sucedida e o desbarque ocorreu praticamente dentro do hangar da Gol.

Lá estavam os outros 737 MAX. É curioso notar que aquela aeronave era a terceira geração do velho 737 – um cincunato de fuselagem estreita, lançado em 1967 com capacidade para 124 assentos e autonomia de quase 3,2 mil quilômetros. Com o passar do tempo, firmou-se como um dos aviões mais seguros da história. Por isso mesmo, 30 anos depois, em 1997, a Boeing lançou uma versão modernizada da aeronave. Era levevemente alongada e com motores mais potentes. A autonomia aumentaria para 5,4 mil quilômetros e a capacidade instalada no 737 NG (Next Generation) era de 189 assentos. Tornou-se um best-seller no mercado. No total, foram produzidas mais de 10 mil unidades de 737 – incluindo o clássico e o NG.

O MAX foi lançado em 2016. Tratava-se de uma resposta ao A320neo, remotorizado da Airbus que disputa a mesma fatia de mercado do 737. O novo Boeing nasceu com capacidade para até 210 lugares e autonomia de 6,5 mil quilômetros, o que permite voos sem escala do Recife a Portugal (6 mil km), por exemplo – um feito para um avião pequeno e econômico se comparado aos mastodontes de corredor duplo.

Isto mais a economia de combustível. Num voo entre Manaus e Miami (4 mil km), um 737 NG com 186 passageiros queima 19,7 mil litros de querosene. O MAX, 16,9 mil. Esses 2,8 mil litros a menos de combustível significam uma economia em torno de R\$ 10 mil por voo. Multiplique isso por cinco voos semanais de ida e volta, e o que temos é uma economia de R\$ 2,6 milhões por ano. Por essas, o MAX se tornou o avião mais encorajado da história: a Boeing recebeu 5 mil pedidos pelo avião – o equivalente a metade de tudo o que a linha 737 tinha vendido em mais de 50 anos.

O maior responsável pela economia de querosene foi um novo motor, o LEAP, desenvolvido pela GE e que também equipa o A320neo. A questão: foi justamente por causa dele que surgiram os problemas do MAX.

Software desgovernado

O motor do 737 NG cabia embaixo da asa. O LEAP não. Ele tem um diâmetro maior, e ficava perto demais do solo. Para encaixá-lo devidamente no MAX, foi necessário puxar o LEAP um pouco mais à frente e um nível acima da asa. Mas isso alterou a aerodinâmica do avião. Em algumas manobras de teste, a aeronave experimentava uma enorme força G – tão alta que colocava em risco a integridade da fuselagem. O problema ocorria sobre todo em curvas ascendentes em alta velocidade – uma situação rara, que os passageiros dificilmente experimentam num voo comercial, mas que são exigidas nos treinamentos. Nesses casos, o avião também apresentava uma tendência maior que o normal para inclinar. Em níveis críticos de inclinação, o nariz empinava, o ar deixava de fluir por cima das



387

aviões de 59 companhias aéreas ficaram suspensos de voar ao redor do mundo.

asas e o avião perdia sustentação – entra em estol, jargão dos aviadores. Em vez de subir, começa a cair com o nariz apontada para cima.

Quando pequenas mudanças físicas na fuselagem não resolveram o problema, a Boeing desenvolveu o agora famoso MCAS – sigla em inglês para Sistema de Aumento das Características de Manobra. O software de estabilização automática do ângulo de inclinação só seria acionado caso o jato enfrentasse uma força G muito alta e estivesse perto de entrar em estol. Como? Sem depender do comando do piloto, o MCAS giraria os flaps das asas da cauda (estabilizador horizontal, no jargão) para empurrar suavemente o nariz do avião para baixo. O piloto mal perceberia a correção.

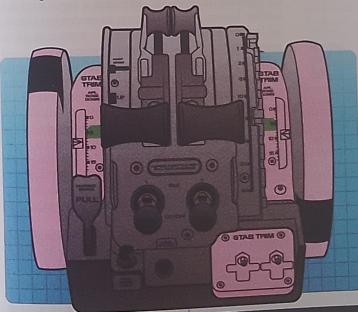
Só que os engenheiros da Boeing notaram que a perda de sustentação também acontecia em baixa velocidade – com alto ângulo de ataque, mas pouca força G. Para recuperar a sustentação em baixa velocidade, é preciso mais movimento na cauda. Então os engenheiros quadruplicaram a intensidade do MCAS, de 0,6 grau para 2,5 graus. Isso significa baixar o nariz do avião em 20 graus. Uma paulada! A equipe de engenharia também não impôs limites no MCAS. Assim, o software podia ser acionado quantas vezes entendesse necessário – uma autonomia desnecessária e arriscada. Bastavam duas ativações indevidadas do MCAS para deixar o avião perigosamente inclinado para baixo.

Como se não bastasse, o MCAS ficou atrelado a um único sensor de ângulo de ataque – palhetas de metal que fica no bico do avião (veja no quadro). É ela que detecta a posição do jato em relação à linha do horizonte. Não fazia sentido. Afinal, a aeronave possui dois sensores, um de cada lado. Na atração, a redundância é um fator de segurança primordial. Se uma peça falhar, sempre haverá outra reserva para garantir a funcionalidade do sistema. É assim com a série de componentes do avião. Mas a Boeing não optou pelo resguardo no MCAS.

A omissão se revelou fatal. No primeiro acidente, um 737 MAX da Lion Air, uma companhia aérea da Indonésia, decolava normalmente, mas o painel indicava uma alta inclinação. O sensor recém havia sido trocado – foi instalado incorretamente. Sem

que os pilotos pudesssem reconhecer o problema, o manche chacoalhou e os computadores de bordo acionaram o MCAS, fazendo o avião mergulhar em direção ao solo. O comandante tentou recuperar a aeronave descontrolada. Teoricamente, bastava cortar a energia do MCAS e pilotar o avião manualmente. Mas ele não sabia disso. Sempre que tentava empinar, o computador jogava o avião para baixo.

O piloto, desesperado, consultou o manual. Em vão, pois não havia explicação sobre o funcionamento do MCAS – outro erro da Boeing. Na verdade, a sigla só aparecia uma vez no documento – e apenas no glossário. Isso mesmo. Existia um termo no glossário que nem sequer era mencionado no manual do 737 MAX.



NA CABINE

Parte do cockpit do MAX. Os dois interruptores "stab trim" (à direita) cortam o MCAS (estabilização automática de voo), cujo software foi recalibrado.

Após seis minutos da decolagem e 26 ativações do MCAS, ao fim de uma luta exaustiva entre homem e máquina, o avião se espatifou no Mar de Java. Todas as 189 pessoas a bordo morreram.

À época, o acidente foi encarado como fatalidade. A Boeing insistiu que o MAX era seguro. Cinco meses depois, porém, ficou difícil manter esse posicionamento. No domingo, 10 de março de 2019, um MAX da Ethiopian Airlines apresentou uma falha na decolagem. Nessa etapa de voo, o ângulo máximo do nariz de qualquer aeronave (*pitch*) fica entre 15 e 18 graus. Mas o sensor do MAX repentinamente acusou 75 graus – talvez porque algum pássaro tenha se chocado com a palheta indicadora no bico daeronave, alterando a sua posição. No painel, era como se o avião estivesse descolando na vertical, como um foguete.

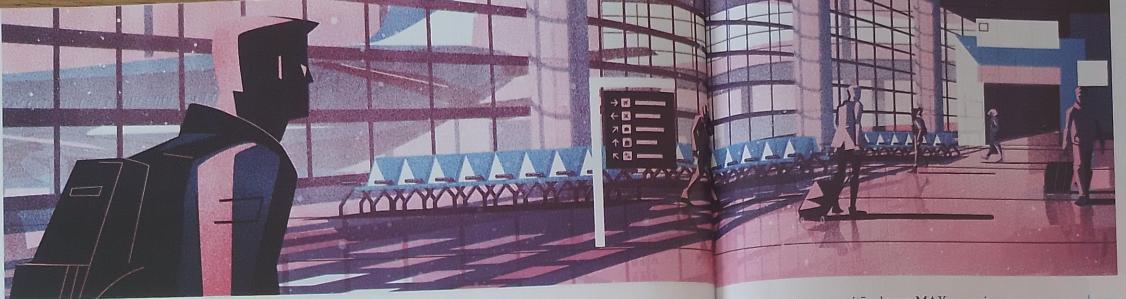
Isso ativou o MCAS inadvertidamente por cinco vezes, até que os pilotos o desativaram. Mesmo assim, eles não conseguiram evitar o impacto: 157 pessoas morreram. Três dias depois da tragédia, a Administração Federal de Aviação (FAA, na sigla em inglês), órgão americano responsável pela certificação do 737 MAX, confirmou que o avião da Ethiopian repetiu o padrão do voo da Lion Air. Foi o suficiente para o jato ser banido: 387 aviões de 59 companhias aéreas ficaram suspensos de voar ao redor do mundo.

Economia burra

Na época do lançamento do MAX, a Boeing alegou que aeronave era uma simples modernização do 737 NG. Isso configurava uma mão na roda para a fabricante, pois não exigiria que as companhias aéreas gastassem dinheiro com treinamento adicional em simulador para os pilotos. Isso baratearia o início da operação do jato. Logo, atrair mais clientes. Os comandantes de versões antigas do 737 receberiam apenas uma apresentação de uma hora em um iPad sobre as diferenças do MAX para a versão anterior do jato – e sem mencionar o MCAS. Só souberam da existência do software duas semanas depois do acidente da Lion Air. E isso não bastou para evitar o acidente da Ethiopian, cinco meses depois.

A FAA promoveu um extenso e detalhado processo de revisão do 737 MAX. Ao longo da análise, concluiu que não, o avião não se tratava de uma mera atualização do 737 NG. As mudanças eram tão drásticas que exigiam treinamento para os pilotos e uma nova certificação (ou seja, mais baterias infinitas de testes para que a aeronave fosse liberada para o transporte de passageiros). Foi durante esse estudo que se identificaram os problemas no manual, a perigosa potência do MCAS e o incrivelmente vínculo do software a apenas um sensor de ângulo de ataque.

Ao lado de um 737 MAX, no hangar da Gol, perguntei ao diretor-geral da Boeing no Brasil por que a fabricante abriu mão da redundância no MCAS. Landon Lomis foi econômico e protocolar na resposta: “Fizemos assim porque foi o necessário dentro do processo de certificação da aeronave”. Fiz a mesma



pergunta ao comandante Celso Ferrer, vice-presidente de operações da Gol. "O que [os técnicos da Boeing] nos disseram foi que a confiabilidade daquele sistema era tão alta – e o disparo do MCAS era tão raro – que não tinha necessidade de redundância." Mas, como se sabe, o sistema não era tão confiável.

Os investigadores também notaram que os erros durante o desenvolvimento do MAX ocorreram por outra razão insólita: a FAA delegou à própria Boeing a maior parte das análises e testes necessários para a certificação da aeronave. Esse trabalho foi feito por engenheiros da Boeing que trabalham em nome da FAA. São representantes autorizados do órgão regulador, por assim dizer. Embora os executivos aleguem que o MAX foi projetado seguindo todos os padrões de segurança, alguns engenheiros se queixaram da forte pressão dos executivos da empresa para limitar os testes e avançar rapidamente nas análises.

A suposição é de que a Boeing colocou o carro na frente dos bois na hora de competir com a Airbus, já que as vendas do A320neo iam de vento em popa. Um engenheiro chegou a ser removido do programa por se opor à celeridade da Boeing. Por fim, o relatório enviado aos supervisores da FAA não incluiu as mudanças feitas no MCAS.

A recertificação

Os problemas do projeto original finalmente estão corrigidos, de acordo com a FAA e outras grandes agências reguladoras – a europeia EASA, a canadense CAA e a brasileira Anac, que representam países com fabricantes de aviões comerciais.

A inclinação da aeronave agora aparece no painel com base nas informações de ambos os sensores do ângulo de ataque – em vez de apenas um. Se a leitura dos sensores divergir acima de 5,5 graus, o MCAS não é acionado – e uma luz acende na cabine, indicando a discordância. Se houver a detecção de um alto ângulo de ataque, com perigo de estol, o MCAS é ativado somente uma vez, não repetidamente. O comando automático de nariz para baixo será "mais fraco", de acordo com a Boeing, de modo que a tripulação tenha mais facilidade para desativar o software, se necessário.

25
bilhões de
dólares. Foi
o prejuízo
da Boeing
com o can-
celamento
de encomen-
das.

Para operar um MAX, agora, os pilotos precisam passar por um treinamento que fornece uma "compreensão aprimorada do sistema de controle de voo do 737, incluindo o MCAS", segundo a Boeing. Ele é feito num simulador específico do MAX, como o que a Boeing mantém em Miami. E inclui cenários normais e não normais de voo. Além da recuperação de estol, os pilotos precisam reagir a panes nos controles de voo e nos sensores de ângulo de ataque. Com a requalificação, os oficiais passam a ter a habilidade necessária para lidar inclusive com a antiga falha do MCAS – embora o software atual impeça que ela se repita.

Não menos importante: os bônus dos executivos da companhia agora são atrelados à segurança dos aviões. Novos problemas com as aeronaves doerão no bolso dos diretores. Isso tem o potencial de, ao menos, evitar novas decisões inconsequentes.

Uma nova suspensão é improvável. Nenhum avião comercial em uso atualmente passou por dois processos completos de certificação como o 737 MAX. Apesar do primeiro processo não ter detectado (ou não ter dado a importância suficiente para) os fatos que resultaram nos dois acidentes fatais, o segundo foi rigoroso e abrangente. "A recertificação não apenas procurou sanar as causas dos acidentes como também verificou outros aspectos de projeto e condições que ainda poderiam estar latentes", nos disse um piloto do Gol.

A Super conversou com seis comandantes que operam o MAX em diferentes companhias. A maioria falou sob anonimato, pois não tinha autorização de suas empresas para dar entrevista. Todos se mostraram confiantes com a volta da aeronave. Se a mal-entendidos estão em torno do design e da ideia de que, de alguma forma, o avião é aerodinamicamente instável, o que está longe de ser verdade", disse um comandante da americana Southwest Airlines, maior operador de 737 do mundo. "O design é seguro e sinto que os problemas do MCAS foram devidamente tratados."

O único piloto que autorizou a publicação do nome é Riad Benmaad. Ele trabalha para a Ethiopian Airlines há quase três anos e era amigo de Yared

Getachew, o capitão do 737 MAX que caiu em 2019. Para Benmaad, a aeronave foi desenvolvida para ser a melhor de todos os tempos. Mas, além dos sensores defeituosos, a Boeing errou na gestão do MCAS, escondendo dos pilotos um módulo tão sensível e importante que envolve o controle da aeronave. "É um erro enorme e imperdoável, e eu acho que a ação penal precisa ser dirigida a quem está envolvido, pois é um crime", comentou. Uma investigação criminal, de fato, segue em andamento.

Apesar da morte do amigo e dos erros da fabricante sediada em Seattle (EUA), Benmaad faz coro aos demais pilotos. "Eu ainda acredito na Boeing e em sua versão MAX do 737", disse. "Darei uma chance se tudo tiver sido feito corretamente e os voos puderem ser realizados com segurança."

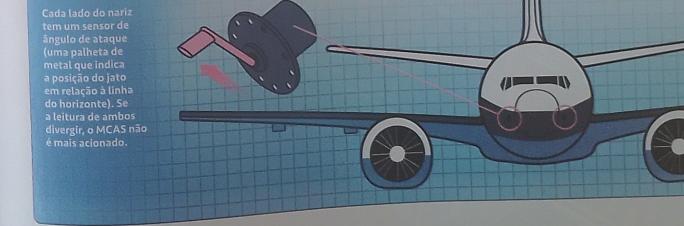
Para ajudar no processo, a Boeing anunciou a contratação de 160 pilotos. Eles serão treinados e incorporados às empresas aéreas para que possam prestar todo o tipo de suporte à medida que o MAX retorna à malha. Hoje, a Boeing tem 4 mil encomendas da aeronave – mil unidades menos em relação ao que tinha antes dos acidentes. Até agora, o cancelamento das encomendas causou um prejuízo de pelo menos US\$ 25 bilhões à companhia. Cerca de 400 MAX estão prontos e devem ser entregues nos próximos meses. A Gol espera receber 17 unidades em 2021, elevando para 24 a sua frota do novo 737. A entrega

de outros 70 aviões deve ocorrer em até uma década.

Embora os pilotos esboçem confiança, a retomada do MAX é observada com olhos cautelosos. Uma pesquisa recente conduzida nos EUA pelo Instituto Ipsos mostra que a maioria dos entrevistados prefere não viajar no MAX. Em uma pesquisa induzida (em que o entrevistador dá informações básicas sobre o que aconteceu com o MAX e o que foi feito para que voltasse a operação), 57% das pessoas disseram que não querem voar na aeronave e 37% afirmaram que voariam só depois de seis meses de operações regulares.

No final de dezembro, o motor esquerdo de um 737 MAX da Air Canada falhou durante um voo de teste. A pane foi amplamente divulgada na imprensa. Os motores do avião, como se sabe, não foram um fator de suspensão da aeronave. "Mas qualquer problema, não importa quanto pequeno, será uma notícia, e isso pode minar a confiança do público no avião", opina Henry Harteveldt, fundador do Atmosphere Research Group, empresa de análise de viagens sediada em San Francisco (EUA). Uma renomeação chegou a ser cogitada por algumas companhias aéreas – a exemplo da TAM que, após o desastre que matou 99 pessoas em 1996, rebatizou o Fokker-100 de MK-28. O plano, no entanto, foi abandonado. A aeronave seguirá sendo chamada de 737 MAX.

O paradoxo é que a pandemia, que causou a maior crise financeira do setor aéreo, é justamente o que pode ajudar a reduzir a preocupação envolvendo o MAX. Isso porque há menos pessoas voando agora. A medida que as companhias aéreas mundo afora voltam a operar com seus 737 MAX, o vírus ainda terá impacto sobre a demanda de voos. "Isso dará aos operadores mais tempo para estabelecer o jato como seguro e confiável", diz Harteveldt. As principais empresas aéreas já garantiram que o passageiro que não quiser voar no MAX poderá remarcar a viagem, sem custos, com outro modelo. Mas caso o avião funcione devidamente, tal como no voo técnico de que participei, há uma boa chance de o medo se dissipar. Então o público enxergará o 737 MAX como ele de fato é agora, de acordo com as agências reguladoras: um avião comercial seguro como qualquer outro.



Lattes

O HOMEM QUE VIROU CURRÍCULO

Texto: Gabriele Boiles Ilustração: Gustavo Magalhães Design: Juliana Krause Edição: Bruno Vaiano

Ele quase ganhou o Nobel, descobriu a partícula que "dá ligas" aos átomos e carregou a ciência brasileira nas costas. Mas gostava mesmo era do seu cachorro, o Gaúcho. Conheça César Lattes, o herói nacional sobre o qual as escolas não falam.

QUANDO UM CIENTISTA brasileiro está atrás de uma vaga ou de financiamento, não adianta montar um CV no Word. Ele precisa de um currículo Lattes. Nesse formulário online, criado em 1999, você insere tudo: mestrado, doutorado, seus artigos científicos, quem você orientou na pós, se fala bisílaba ou bolacha. Para um acadêmico, um Lattes extenso é um perfil ouro no LinkedIn.

Só existiu uma pessoa no Brasil que poderia esbanjar no Lattes sete indicações ao prêmio Nobel de Física: o próprio Lattes. Estamos falando de César Lattes, o físico homenageado pelo nome do currículo. Ele morreu em 2005, sem montar seu Lattes. Sem Nobel. E sem se importar com nenhuma das duas coisas.

Sua vida foi bem maior que uma medalha suca e uma base de dados acadêmica. O grande feito de Lattes foi descobrir a partícula que mantém o núcleo atômico coeso, mas ele também foi conhecido por suas particularidades: dava aula com seu cachorro, escolheu a carreira pensando nas férias

e chegou à velhice ciente de que havia recebido uma carta psicografada de Santos Dumont.

Cesar Mansuetto Giulio Lattes nasceu em Curitiba em 11 de julho de 1924. Era playboy assumido: herdou ações e imóveis. Na adolescência, decidiu que daria aulas no ensino médio porque "professor tira três meses de folga por ano" e escorreu fazer física porque "as outras disciplinas são pura decoração", conforme disse numa entrevista à Super em 1997.

O pai, o imigrante italiano Giuseppe, era gerente do Banco Franco-Italiano, sediado na Rua 15 de Novembro – na época, um arremedo de Wall Street na capital paulista. Ele perguntou a um cliente, um cientista judeu ucraniano chamado Gleb Wataghin, o que ele podia fazer pelo menino.

Calhou que Wataghin havia acabado de fundar o curso de física da USP. Ele chegou em 1934, junto de uma leva de acadêmicos europeus para estabelecer a ciência de base no Brasil e criar cursos de graduação puros, como química, física e história natural (hoje, biologia).