

# SUPER

## INTERESSANTE

EDIÇÃO 470 • DEZEMBRO 2024

### A REAL SOBRE O PS5 PRO

*Ele é muito caro e não traz vantagens em todos os jogos. Mas guarda um trunfo debaixo do capô. P. 32*



# EINSTEIN

## RELATIVAMENTE FÁCIL

Em 1905, esse ícone pop bigodudo desencadeou uma revolução filosófica em nossa compreensão do Universo. Prepare-se para entender a teoria da relatividade. Só não garantimos que será rápido: o tempo não passa igual para todos nós. P. 20

POR BRUNO VAIANO

P. 46

**PANDAS: OS DIPLOMATAS MAIS FOFOS DA CHINA.**

P. 54

**DOIS LITROS DE ÁGUA POR DIA E OUTROS MITOS.**

P. 38

**POR QUE A CARNE SEM ABATE AINDA É INVIÁVEL.**

P. 08

**LUIGI MANGIONE E A ETERNA CRISE DA SAÚDE NOS EUA.**





# veja Negócios

## SAIBA ANTES, SAIBA MAIS



**Jornalismo independente trazendo a cobertura  
factual e analítica de assuntos de economia,  
negócios, finanças, tecnologia e ESG**



### NEWSLETTERS VEJA NEGÓCIOS

**Fique bem informado com as newsletters  
de Abertura de Mercado e Meio do Dia**



**Acesse o QR Code e receba diariamente  
os conteúdos mais relevantes para os  
grandes executivos do país.**



## Quem planta colhe

**ALEKSANDR SHCHUKIN MORREU DE FOME** sentado em sua escrivaninha, no Natal de 1941, com um saquinho de amêndoas nas mãos. Ele se negou a comê-las. Fazia quatro meses que São Petersburgo – na época, rebatizada pelos soviéticos de Leningrado – estava cercada pelos nazistas. Fazia -40 °C, e 3 milhões de pessoas passavam fome.

O botânico de 85 anos havia trabalhado a vida toda no Instituto Vavilov, um prédio que, na época, armazenava mais de 250 mil sementes, tubérculos e outras partes de plantas. Esse foi o primeiro (e, na época da 2ª Guerra, ainda era o único) banco genético do mundo.

Quando os alemães se aproximaram da cidade, os pesquisadores juraram salvar o local, cientes de que o acervo de DNA contido ali seria o único jeito de reerguer a agricultura da URSS no pós-guerra. E cumpriram a missão pelos 900 dias de cerco – mesmo após Moscou ordenar que o acervo fosse comido. 19 botânicos morreram.

Pessoas, pets e ratos famintos não eram a única ameaça. Havia também os ataques aéreos. Toda vez que uma bomba incendiária caía no Vavilov, um grupo de pesquisadores a removia com tenazes – aqueles longos utensílios em forma de alicate usados para manusear ferro incandescente a uma distância segura. Eles salvaram o local de 108 projéteis.

Alguns meses depois, na primavera de 1942, os botânicos sobreviventes organizaram um mutirão. Cada pedacinho de jardim que havia na cidade virou horta. Eles ensinavam a população a cultivar legumes e a reconhecer plantas selvagens comestíveis. Em 1967, 40 milhões de hectares na Rússia eram cultivados com sementes do Vavilov.

Li essa história no jornal *The Guardian* e resolvi contá-la por causa do seguinte: muita gente, ao saber que sou ateu, já me perguntou se, então, eu “acredito na ciência”. Eu sempre

explico que não, porque a ciência não é uma concorrente da religião e não é exatamente uma coisa em que se possa ou não acreditar. Ela não é um conjunto de crenças – e também não é o cerne da minha vida espiritual, que gira em torno de outras coisas.

A ciência é um método – você já está careca de ler isso na *Super*. Você levanta uma hipótese, faz um experimento para confirmá-la e então verifica o resultado desse experimento. Não importa em qual lugar do Universo você esteja, se repetir um procedimento nas mesmas condições, você obterá os mesmos resultados. Se um experimento não foi esclarecedor, realiza-se outro. Se uma equipe obteve um certo resultado, outra equipe tenta replicá-lo para garantir que está tudo certo.

Esse trabalho coletivo e insistente tem seus defeitos, percalços e vieses tipicamente humanos, mas deu um bocado de resultado nos últimos 300 anos. Vacinas, antibióticos, água fluoretada, transfusões de sangue: tudo isso funciona, é um fato. Dizer que eu acredito nessas coisas é como dizer “acredito que tubarões comem peixes” ou “acredito que Senna é famoso”.

Dito isso, a história do Vavilov me fez perceber que eu acredito na ciência em um sentido diferente da palavra: eu acredito no poder da paciência. De guardar sementes no inverno para semeá-las quando a primavera chegar.

A pesquisa básica é isso: investigar a natureza movido pela curiosidade – e então, no futuro, perceber que essa investigação tropeçou em respostas para necessidades práticas. Aí, sim, há um salto de fé. Sendo assim, um abraço a todos aqueles que estão de avental em algum laboratório do Brasil, guardando as amêndoas em vez de comê-las e se livrando de bombas que caem do céu. Obrigado por fazerem isso pelo País, apesar de tudo.

Bruno Vaiano  
EDITOR-CHEFE  
BRUNO.VAIANO@ABRIL.COM.BR

EDITORA  **Abril**

Fundada em 1950

Publisher: Fábio Carvalho



Editor-chefe: Bruno Vaiano Editor: Bruno Garattoni Diretora de arte: Juliana Krauss Repórteres: Bruno Carbinatto, Maria Clara Rossini, Rafael Battaglia Designers: Caroline Aranha, Cristielle Luise Rodrigues, Luana Pillmann Estagiários: Eduardo Lima, Isabela Lobato e Manuela Mourão (texto), Rafaela Reis (arte) Colaboração: Bianca Albert (revisão) e Anderson C.S. de Faria (produção gráfica)

www.super.abril.com.br/  
www.youtube.com/@Superinteressante  
Instagram: @revistasuper  
X: @revistasuper

CO-CEO Francisco Coimbra VP DE PUBLISHING (CPO) Andrea Abelleira VP DE TECNOLOGIA, PRODUTOS E ASSINATURAS (COO) Guilherme Valente, DIRETOR DE DISTRIBUIÇÃO E NOVOS NEGÓCIOS Erik Carvalho, DIRETOR DE PUBLICIDADE Ciro Hashimoto, GERENTE-EXECUTIVA DE PROJETOS ESPECIAIS Juliana Caldas

Redação e Correspondência: Rua Cerro Corá, 2175, lojas 101 a 105, 1º andar, Vila Romana, São Paulo, SP, CEP 05061-450

SUPERINTERESSANTE edição nº 470 (ISSN 0104-178-9), ano 38, nº12, é uma publicação da Editora Abril SUPERINTERESSANTE não admite publicidade redacional

IMPRESSA NA PLURAL INDÚSTRIA GRÁFICA LTDA  
Av. Marcos Penteado de Ulhôa Rodrigues, 700,  
Tamboré, Santana de Parnaíba, SP, CEP 06543-001



 **GRUPO Abril**

www.grupoabril.com.br

VENDAS ASSINATURAS www.assineabril.com.br

VENDAS CORPORATIVAS E VENDAS EM LOTE  
assinaturacorporativa@abril.com.br

ATENDIMENTO EXCLUSIVO PARA ASSINANTES minhaabril.com.br



WhatsApp: (11) 3584-9200  
Telefones: SAC (11) 3584-9200  
Renovação 0800 7752112  
De segunda a sexta-feira, das 9h às 17h30  
atendimento@abril.com.br

EDIÇÕES ANTERIORES

Todo acervo publicado de Superinteressante está no App Superinteressante. Baixe aqui



Google Play



Apple Store

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

Para adquirir os direitos de reprodução de textos e imagens, envie um e-mail para: licenciamentodeconteudo@abril.com.br

LICENCIAMENTO DE MARCA

Para inserir as marcas do Grupo Abril em produtos e negócios, envie um e-mail para: licenciamento@abril.com.br

PARA ANUNCIAR NO ESPAÇO DIGITAL E IMPRESSO  
e-mail: publicidade@abril.com.br

TRABALHE CONOSCO  
https://talentosabril.vagas.solides.com.br





Os embalhadores que comlam bambu. P. 46

## 20 Capa

### EINSTEIN: RELATIVA-MENTE FÁCIL

Prepare-se para entender a teoria da relatividade. Só não garantimos que será rápido: os relógios não giram igual para todos nós.

## 32 A real sobre o PS5 Pro

Ele é caro e suas melhorias são pouco evidentes, mas põe a Sony à frente na disputa da próxima geração de consoles.

## 38 Impressora de filé

Já é possível cultivar carne do zero. Mas o método é difícil – e caro. Entenda se bifes de laboratório têm futuro no açougue.

## 46 A diplomacia dos pandas

A luta da China para preservar a espécie intensificou um antigo costume do país: presentear nações aliadas com o animal.

## 54 Cinco mitos do bem-estar

Dois litros de água? Duas mil calorias por dia? Conheça a origem (e os poréns) desses e de outros conselhos consagrados.

## ESSENCIAL

### 6 UMA IMAGEM...

Uma fazenda de árvores de Natal na Escócia.



### 8 ... UMA OPINIÃO

Um século de crise e lobby na saúde americana.

## SUPERNOVAS

### 10 FAKE NATTY!

Molécula reproduz efeitos de dieta e exercícios no corpo.

## 14 TORÓ AMAZÔNICO

Estudo desvenda origem de nanopartículas que estimulam as chuvas da região.



## 16 CEM ANOS DE SOLIDÃO

A (complexa) árvore genealógica da família Buendía para você não se perder na nova adaptação da Netflix.

## 18 THE SOUND OF SILENCE

Novo fone usa sistema do séc. 19 para ampliar capacidade de cancelar ruídos.

## 12 ENQUANTO ISSO...

## 15 NÃO É BEM ASSIM

## 16 PÉROLAS DO STREAMING

## 19 VOCÊ DECIDE



NÚMERO INCRÍVEL

58,5%

DAS FALÊNCIAS DE FAMÍLIAS AMERICANAS TÊM A VER COM GASTOS MÉDICOS. P. 08

## ORÁCULO

### 60 NÃO TÔ COM CABEÇA

As pessoas passavam um tempo conscientes após serem guilhotinadas?



### 62 TUDO QUE VAI...

Por que o bumerangue volta?

## 65 MANUAL

Como cozinhar para o seu cachorro?



## 61 PÁ PUM

## 63 SÓ ACREDITO VENDO

## 64 CONEXÕES

## 64 LOST IN TRANSLATION

## ÚLTIMA PÁGINA

### 66 1,68 ARREDONDA PRA 1,70

Os países com a população mais alta (e mais baixa) do mundo.



# SEMENTES E MUDAS PELA BACIA DO RIO DOCE

Nove anos após o rompimento da barragem de Fundão da Samarco, em Mariana (MG), são vários os avanços em ações de reflorestamento e reabilitação ambiental da Bacia do Rio Doce



## DA SEMENTE À FLORESTA

Os impactos positivos da atuação da Rede de Sementes e Mudanças

1

**Restauração da Mata Atlântica**, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta.

2

**Conservação do solo e da água**, já que o reflorestamento ajuda a prevenir a erosão e a regular o clima.

3

**Fortalecimento das comunidades da bacia do Rio Doce**, que passam a contar com uma nova fonte de renda.

4

**Desenvolvimento sustentável**, que promove novas atividades econômicas sustentáveis na região.

5

**Educação ambiental**, que fortalece a conscientização sobre a importância da conservação da natureza.

6

**Produção de conhecimento**, resultado da interação entre comunidades tradicionais, pequenos produtores e pesquisadores.

7

**Mitigação das mudanças climáticas**, já que a restauração da floresta contribui para a captura de carbono da atmosfera.

8

**Valorização dos saberes tradicionais**, já que comunidades indígenas e quilombolas são valorizadas por manter a floresta em pé.

A

restauração de ecossistemas é uma meta global, estabelecida pelo programa da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). A campanha global valoriza todos os esforços possíveis capazes de recuperar ambientes naturais, com benefícios amplos, tanto para a humanidade quanto para os ecossistemas.

E foi neste contexto que ganhou escala o trabalho da Rede de Sementes e Mudanças da Bacia do Rio Doce, comprometida a ampliar a cobertura florestal da Mata Atlântica, com ações em pesquisa e tecnologia que levam inovação para a produção de sementes florestais nativas. A iniciativa é conduzida pela Fundação Renova, criada após o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), em 2015. Com a assinatura do Novo Acordo da Bacia do Rio Doce, em outubro de 2024, o projeto passa para a responsabilidade da Samarco a partir de 2025.

No Novo Acordo, a Samarco, com o apoio de suas acionistas Vale e BHP Brasil, se comprometeu a entregar uma série de ações de reparação e compensação dos impactos relacionados ao rompimento de Fundão. Dentre esses compromissos estão previstas ações de reflorestamento que têm como objetivo alcançar a reabilitação ambiental da Bacia do Rio Doce.

### Avanço para a ciência

“Temos 54 mil hectares para reabilitar. Esta é uma ação ambiental, mas também social, que leva uma nova oportunidade de renda para pequenos produtores e para comunidades indígenas e quilombolas”, explica o engenheiro florestal Antônio Sergio Cardoso Filho, coordenador da iniciativa.

Os produtores recebem capacitação. “São 51 núcleos em toda a Bacia do Rio Doce, que já ultrapassaram a marca de 80 toneladas de sementes coletadas, de cerca de 350 espécies florestais nativas da Mata Atlântica”, complementa a engenheira florestal Flavia Osório José, que atua no projeto há dois anos. “O objetivo é que a rede de coleta se torne independente da Fundação Renova ou da Samarco”, descreve a agrônoma Monique Alves, que chegou à Rede de Sementes e Mudanças em 2022.

As mudas são produzidas em 11 viveiros familiares em Minas Gerais e no Espírito Santo. “Temos capacidade para produzir 13 milhões de mudas por ano”, informa a engenheira florestal Ana Caroline de Oliveira Herculano, que atua no projeto há dois anos e meio. A experiência também traz benefícios para a pesquisa na área, diz Kamila Antunes Alves, engenheira agrônoma e supervisora do laboratório de análise de sementes da rede, que fica em Linhares (ES). “A maior parte dos dados que geramos são inéditos, sem nenhuma referência anterior na literatura científica. Estamos produzindo conhecimento para todo o setor de reflorestamento”.













**NA PÁGINA ANTERIOR:** Uma fazenda de árvores de Natal na Escócia. Nos países frios, é comum comprar pinheiros de verdade para decorar suas casas no final do ano. Na Europa, são mais de 50 milhões de árvores vendidas todos os anos. Já nos EUA, o número passa dos 30 milhões – mas o mercado local foi afetado em 2024 porque o furacão Helene destruiu milhares de exemplares na Carolina do Norte, importante polo produtor.

# Um século de crise e lobby na saúde americana

**Os EUA são o único país desenvolvido que não provê atendimento médico a todos os seus cidadãos. Entenda as origens desse sistema falho – que culminou, em dezembro, com a comemoração macabra do assassinato do CEO da UnitedHealthcare, Brian Thompson.**

**POR BRUNO VAIANO**

# E

“EU NUNCA DESEJEI A MORTE DE NINGUÉM, mas li alguns obituários com grande satisfação.” Essa citação do advogado Clarence Darrow, de 1932, era o comentário mais curtido em um post de Instagram noticiando o assassinato de Brian Thompson – CEO da UnitedHealthcare, uma seguradora de saúde dos EUA com 50 milhões de clientes, 140 mil funcionários e US\$ 16 bilhões de lucro operacional em 2023. Thompson foi baleado na porta do maior hotel de Manhattan, no começo de dezembro, quando saía de uma reunião anual com investidores.

As cápsulas dos projéteis usados pelo cientista da computação Luigi Mangione, de 26 anos, continham as palavras *delay*, *deny* e *depose*, que significam, respectivamente, “adiar”, “negar” e “depor”.



É uma referência ao título *Delay, deny, defend* (“Adiar, negar, defender”), livro lançado em 2011 em que o professor de Direito Jay Feinman revela os poderes das companhias de seguros americanas e explica aos consumidores como se protegerem.

O crime foi recebido com euforia por muitos americanos – que culpam executivos como Thompson pela morte ou falência de amigos e familiares que não conseguem pagar os preços altíssimos do sistema de saúde privado dos EUA. Por lá, um em cada doze cidadãos não tem qualquer tipo de cobertura. Mesmo os que têm seguro-saúde – seja porque pagam por conta própria, porque ganham o seguro como benefício em seus empregos ou porque são incluídos em um programa público – lidam com o medo de as seguradoras se negarem a pagar um tratamento ou procedimento, muitas vezes sem transparência nos critérios.

Por exemplo: entre 2020 e 2022, no auge da Covid-19, os pedidos negados pela UnitedHealthcare para cuidados pós-agudos – que envolvem a transição de pacientes graves da internação para suas casas – aumentaram de 10,9% para 22,7%. Parte do problema é o uso da inteligência artificial chamada nH Predict para determinar quais pacientes devem ser aceitos sem que a empresa precise revisar os prontuários caso a caso.

58,5% das falências de famílias nos EUA têm a ver com gastos médicos, como bem sabem os fãs da série *Breaking Bad* – que não é assim tão distante da realidade: em 2015, o físico Leon Lederman precisou vender sua medalha do prêmio Nobel por US\$ 765 mil para pagar contas hospitalares.

Os EUA são o único país desenvolvido que não tem cobertura de saúde universal. Quatro em dez americanos admitem já ter evitado buscar atendimentos essenciais por falta de dinheiro. No Reddit, uma thread sobre o caso ficou lotada com centenas de relatos de pacientes deixados na mão pela UnitedHealthcare. O que leva à pergunta óbvia: como o país mais poderoso do mundo chegou a uma situação tão lamentável?

A história do sistema de saúde americano atual começa nas primeiras décadas do século 20, quando as indústrias

## 58,5% das falências de famílias nos EUA têm a ver com gastos médicos.

começaram a oferecer assistência médica e hospitalar a seus funcionários em troca de um desconto módico no salário – algo similar ao que ocorre até hoje em vários países, inclusive o Brasil.

Ainda não existiam as empresas gigantescas que hoje oferecem planos de saúde. Mas os médicos e hospitais – antes acostumados a viver de consultas particulares e filantropia – começaram a se associar para garantir uma remuneração justa no novo sistema. Esse foi o embrião de marcas que existem até hoje, como a Blue Cross e a Blue Shield.

Um marco foi o ano de 1929, quando um hospital de Dallas fez a seguinte oferta para os 1.250 professores que moravam na cidade na época: eles dariam uma pequena contribuição mensal em troca de 21 dias garantidos de internação por ano, cirurgias etc. Era um jeito de a instituição resguardar uma receita mensal fixa e se manter funcionando mesmo quando havia poucos pacientes pagantes – algo importante na Grande Depressão dos anos 1930, quando doações e filantropos rarearam.

Em 1954, o governo federal isentou a saúde privada de impostos. O sistema se estabeleceu de vez, com endosso dos sindicatos de diferentes categorias. Até hoje, cerca de metade da população dos EUA tem atendimento médico vinculado à empresa em que trabalha – e a paranoia anticomunista no auge da Guerra Fria, unida ao lobby das seguradoras e dos médicos, garantiu que qualquer reforma rumo a uma maior participação do Estado na saúde fosse rechaçada (inclusive uma proposta por Nixon na década de 1970, do Partido Republicano, tradicionalmente mais liberal na economia).

Enquanto isso, a metade mais frágil da população permanecia sem atendimento. Era o começo de uma longa série de remendos – que sanariam só parcialmente a falta de algo equivalente ao SUS. Tudo começou em 1965, com a introdução dos

programas Medicare e Medicaid – que cobriam, respectivamente, os dois grandes grupos desatendidos: idosos e desempregados ou trabalhadores informais.

Nos anos 1990, veio o Chip, sigla de um programa que atendia crianças de famílias cujos pais não tinham seguro privado, mas não eram pobres o suficiente para o Medicaid. Só em 2012, o Affordable Care Act (ACA) – que seria apelidado de Obamacare, em referência ao presidente – passou a cobrir os pais dessas crianças. Além de abranger 20 milhões de pessoas antes desatendidas, a medida proibiu uma prática comum e antiética: os seguros e planos negarem novos clientes por estes terem alguma doença pré-existente dispendiosa.

De modo a aprovar o ACA, um dos esforços de Obama foi criar uma cisão interna no lobby decano das empresas de saúde – voltando hospitais, seguradoras e farmacêuticas uns contra os outros, para que eles se concentrassem em brigar entre si pelos gastos altíssimos e não concordassem em como brigar com o Congresso. O resultado foi um ciclo Homer Simpson de “a culpa é minha, eu ponho em quem eu quiser”.

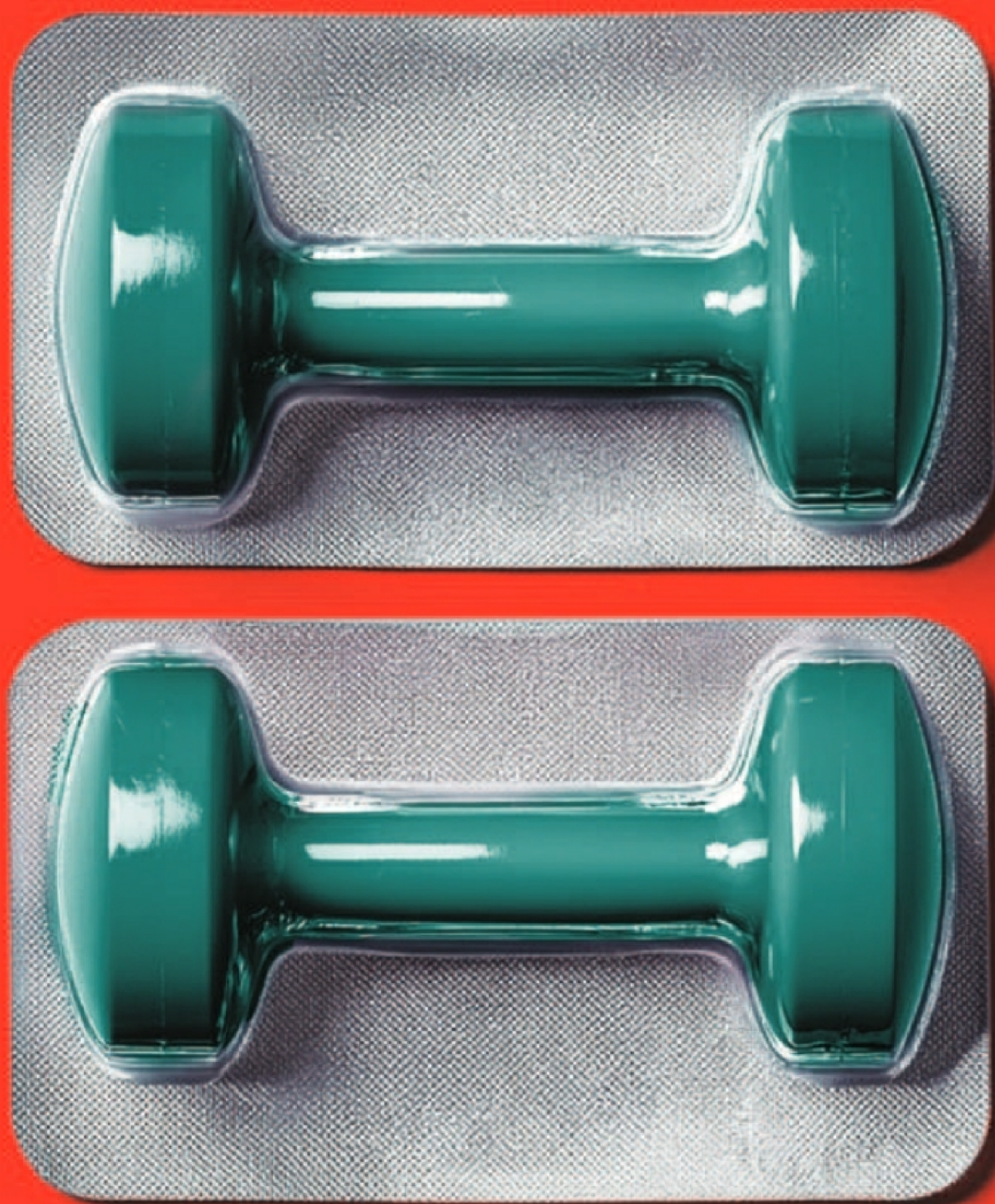
O Obamacare foi um avanço, é claro. Antes dele, era corriqueiro que as seguradoras simplesmente se negassem a atender pessoas com doenças caras. Agora, para continuar essa prática pífida, precisam driblar uma regulamentação muito mais eficaz.

Com ou sem Obama, porém, a situação ainda não é exemplar: em uma pesquisa da Gallup, 51% da população se declara insatisfeita com a indústria da saúde, e 27 milhões de pessoas permanecem sem cobertura. Os EUA são um exemplo trágico das consequências de deixar um direito básico nas mãos de empresas privadas e lobistas por um século. E, agora, correm atrás de leis para consertar a colcha de retalhos inavergalável que se tornou seu sistema de saúde. **S**



# SUPERNOVAS

→ DESIGN CAROLINE ARANHA



## Molécula reproduz efeitos de exercício

AO LONGO DAS ÚLTIMAS DÉCADAS, grupos de cientistas tentaram (e, em alguns casos, conseguiram) desenvolver substâncias que reproduzissem os efeitos benéficos do exercício físico, como a perda de peso e a proteção do sistema cardiovascular. Mas as pesquisas sempre ficaram restritas a cobaias. Agora é diferente. Cientistas da Universidade de Aarhus, na Dinamarca, começaram os testes clínicos, em humanos, de um novo composto<sup>1</sup> chamado LaKe – que, segundo os pesquisadores, provoca alterações

fisiológicas equivalentes a fazer dieta e exercícios. A molécula, que foi testada com sucesso em ratos e patenteada pela universidade, é formada por lactatos e cetonas (daí seu nome), dois subprodutos do metabolismo que o corpo produz naturalmente. O organismo responde à LaKe elevando a produção de hormônios que freiam o apetite, e reduzindo o teor de ácidos graxos (gordura) no sangue. O estudo irá avaliar esses e outros efeitos, como um possível benefício cardiovascular. (*Bruno Garattoni*)

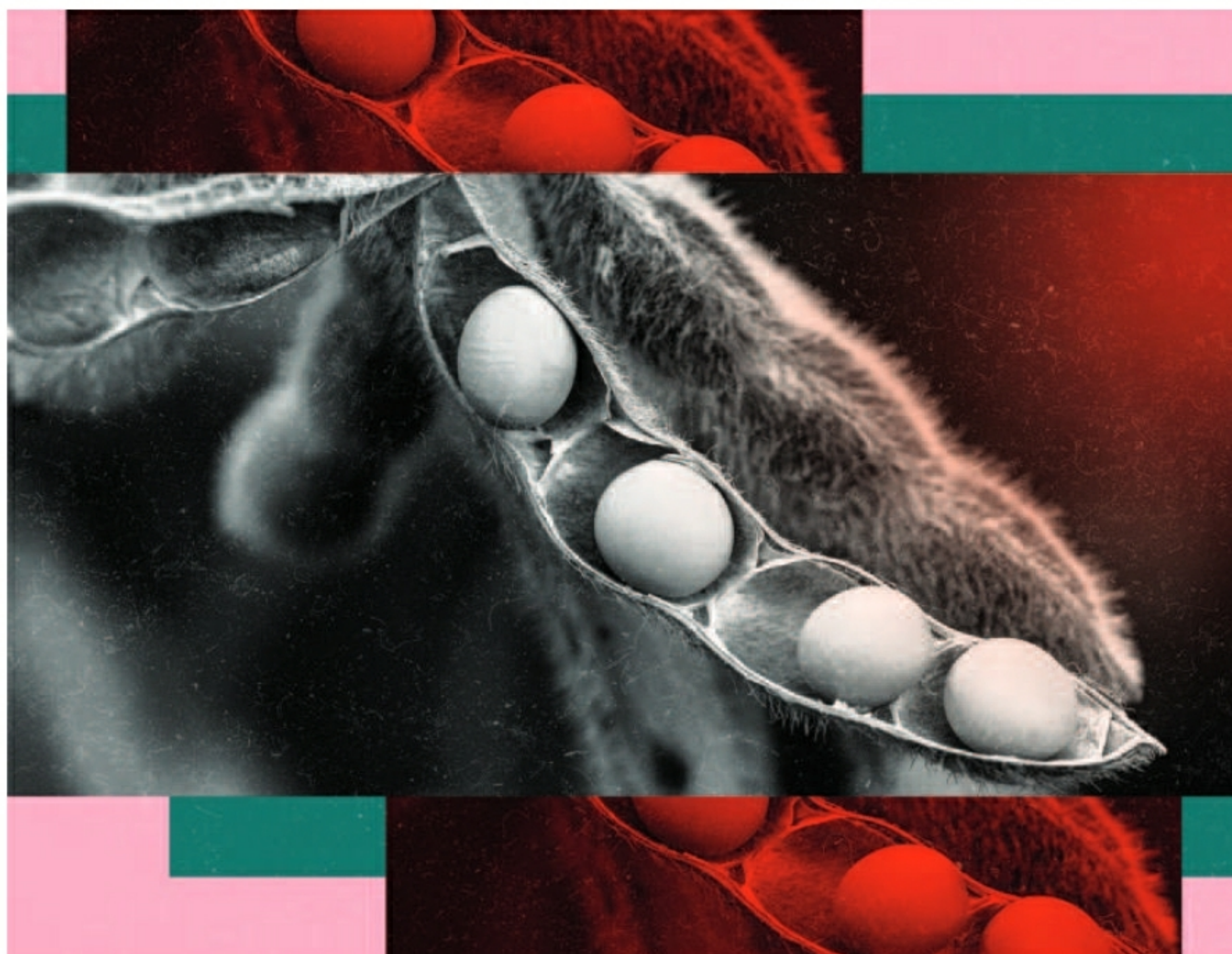


150

**MIL** é o número de viagens, totalizando 1,6 milhão de quilômetros rodados, feitas a cada semana pelos táxis autônomos da Waymo, uma subsidiária do Google. O serviço está disponível em três cidades dos EUA (Phoenix, São Francisco e Los Angeles). Seu sucesso marca a recuperação do setor: no começo do ano, a Waymo teve de fazer um *recall* de seus carros, depois que dois deles se envolveram em acidentes. (BG)

## Pentágono quer criar deepfakes

**OS MILITARES AMERICANOS** pretendem adquirir "tecnologias que consigam gerar personas online convincentes", afirma um documento publicado pelo Special Operations Command. Os deepfakes deverão "aparentar ser indivíduos únicos", "que não existem no mundo real", e conseguir passar pelo "escrutínio humano e de máquinas". A ideia, segundo o documento, é infiltrar os fakes em grupos de redes sociais. (BG)



## SOJA TRANSGÊNICA BRILHA QUANDO ESTÁ DOENTE

Luz pode ser vista até do espaço – e promete reduzir o uso de agrotóxicos.

A NOVA SOJA recebeu o gene LanFP1, que foi extraído do *Branchiostoma floridae*, um cefalocordado marinho: animal em forma de peixe que tem 5 cm de comprimento, vive enterrado na areia e tem a capacidade de emitir luz, pois produz uma proteína fluorescente. Graças ao LanFP1, a soja (criada pela empresa americana InnerPlant) e suas sementes também brilham. Elas fazem isso se estiverem com fungos, um problema comum no cultivo de soja.

A planta começa a brilhar 48h após ser infectada, bem antes da soja tradicional (que só exhibe os primeiros sinais visíveis do problema três semanas após a infecção).

Isso permite que o agricultor detecte o fungo rapidamente, e combata a infecção utilizando menos agrotóxico – segundo a InnerPlant, a luz emitida pela soja pode ser enxergada por drones e até satélites. A planta já recebeu autorização do governo dos EUA, onde está sendo cultivada em caráter experimental (a InnerPlant pretende lançar comercialmente as sementes em 2025). Além da soja, a empresa está desenvolvendo versões do tomate, do milho e do algodão com essa tecnologia – e pretende ampliá-la para que as plantas também brilhem sob outros tipos de estresse, como falta de irrigação ou fertilizante. (BG)

## “Nós tínhamos acabado de lançar as redes”,

**CONTOU O PESCADOR HARALD ENGEN**, de 22 anos, que se viu envolto num incidente internacional: as redes do seu barco enroscaram no submarino nuclear USS Virginia, que estava passando pela costa de Tromsø, na Noruega. A guarda costeira alertou Harald pelo rádio. O submarino americano (que carrega 40 mísseis Tomahawk, com alcance de 2.500 km) arrastou a rede por cerca de 4 km antes de cortá-la. (BG)



Um cinema carioca organizou concursos de sócias de Selton Mello e Fernanda Torres.

## ENQUANTO ISSO...

Texto Eduardo Lima

Ilustração Caroline Aranha



O programador Luke Durant descobriu o maior número primo conhecido, com 41 milhões de dígitos de comprimento (A).



Cientistas criaram um bioplástico inteligente que se dissolve na água. Ele é feito com células da bactéria *E. coli*, e pode reduzir o impacto ambiental desse material (B).



Uma sonda chinesa coletou as primeiras amostras de solo do lado oculto da Lua, revelando que o satélite natural tinha vulcões ativos bilhões de anos atrás (C).



Uma pesquisa pioneira restaurou a visão de pacientes com lesões na córnea utilizando um transplante de células-tronco reprogramadas (D).

Fontes (A) GIMPS; (B) Universidade Northeastern; (C) Academia Chinesa de Ciências; (D) Universidade de Osaka.



## NANOPARTÍCULAS ESTIMULAM CHUVA NA AMAZÔNIA

Nova pesquisa muda o entendimento sobre o ciclo de chuvas na floresta.

UM ESTUDO FEITO POR CIENTISTAS DA USP com pesquisadores alemães e suecos revelou que a Floresta Amazônica produz nanopartículas que ficam flutuando sobre o topo das árvores. Elas são o resultado de uma reação química entre os terpenos (compostos voláteis liberados pelas árvores) com o ozônio da atmosfera – e estimulam a formação de nuvens. A chuva, por sua vez, contribui para a geração dessas mesmas partículas, num processo de realimentação que ajuda a controlar o clima amazônico.

A pesquisa (3) usou dados do Observatório de Torre Alta da Amazônia (ATTO), com sensores a 60 m e 300 m da superfície – isso permitiu comparar os aerossóis em diferentes altitudes. O professor da USP e autor do estudo Luiz Machado explica como a descoberta muda nossa compreensão sobre o ciclo de chuvas na Amazônia.

### Como as nanopartículas influenciam a formação de chuvas?

Sabe em noites frias, quando você vê o orvalho no carro? Ele só se forma porque a umidade encontra o vidro. Do mesmo modo, para gerar uma gota de chuva na natureza é necessário ter uma partícula existente na atmosfera. Isso condensa a água, que vira uma gota de nuvem, e depois chuva. Essas partículas são produzidas pelo homem, e estão na poluição do ar. Como a Amazônia é uma região de atmosfera limpa, muita gente

dizia que ela não tinha essas partículas. Acreditava-se que as partículas para a formação de chuvas vinham de camadas superiores da atmosfera.

### Como a pesquisa muda esse entendimento?

O novo artigo mostra que a própria Amazônia fabrica as partículas, a partir dos gases emitidos pela floresta. São os chamados compostos voláteis orgânicos (VOCs), responsáveis pelo cheiro das plantas. Para que esse gás vire partícula, as moléculas precisam ficar todas juntas, um processo de oxidação. A gente descobriu que a chuva não traz novas partículas para a floresta, e sim ozônio. Esse ozônio oxida os VOCs e forma as partículas naturalmente. Foi uma quebra de paradigma ao mostrar que a floresta é autossuficiente para produzir seu particulado e gerar chuva.

### De que forma esses resultados poderão ser usados em outras pesquisas?

Existem modelos desenvolvidos para representar a floresta, as chuvas e como o clima vai mudar [com o aquecimento global]. Os modelos do futuro devem incluir essa formação de particulados, para ter uma representação mais fiel desse processo. Teremos respostas diferentes, e o quanto isso será importante a gente ainda não sabe. (Maria Clara Rossini)

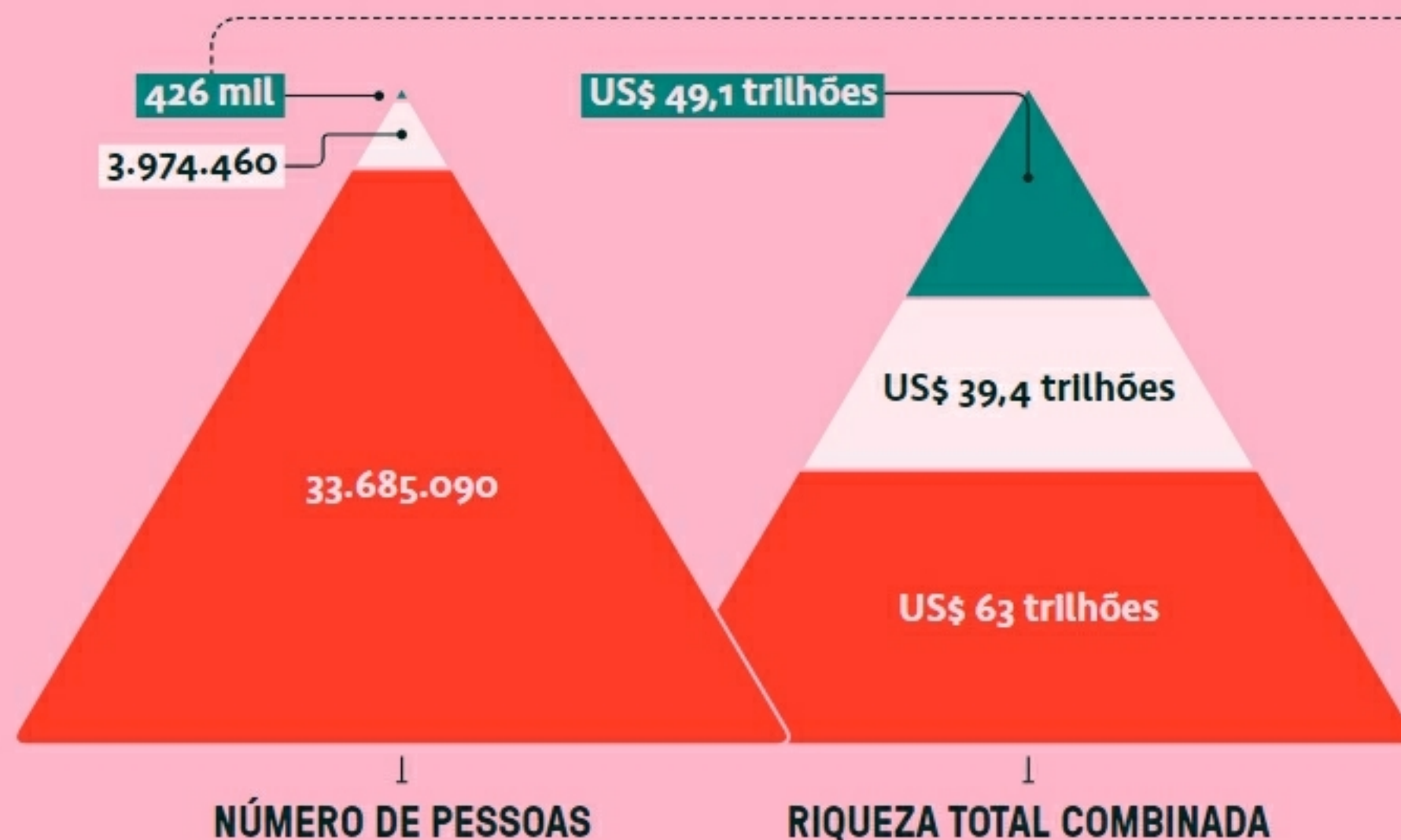


# Ricos e ultrarricos têm US\$ 151 trilhões de patrimônio

Valor é 3,3 vezes maior que os PIBs da China e dos EUA somados; mundo tem 3.194 bilionários.

## NÚMERO DE MILIONÁRIOS NO MUNDO

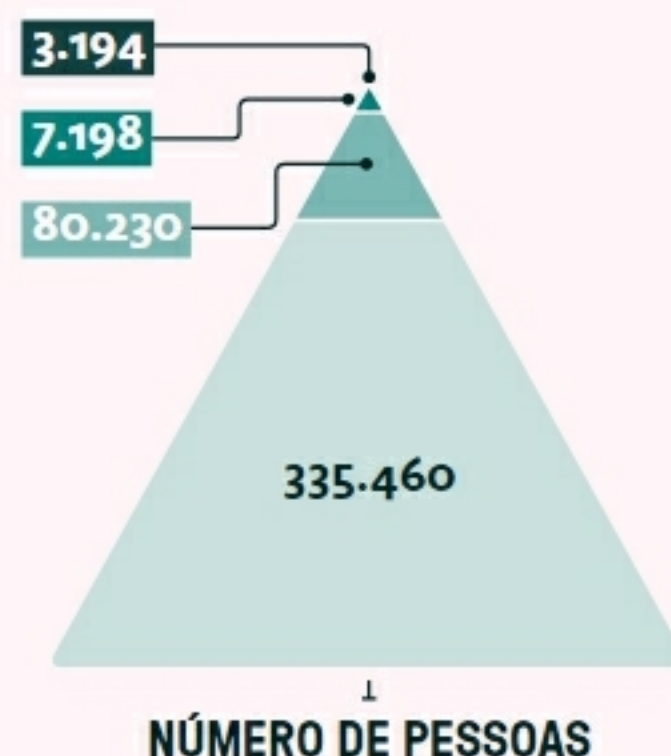
PATRIMÔNIO ■ Acima de US\$ 30 ml □ US\$ 5 ml a 30 ml ■ US\$ 1 ml a 5 ml



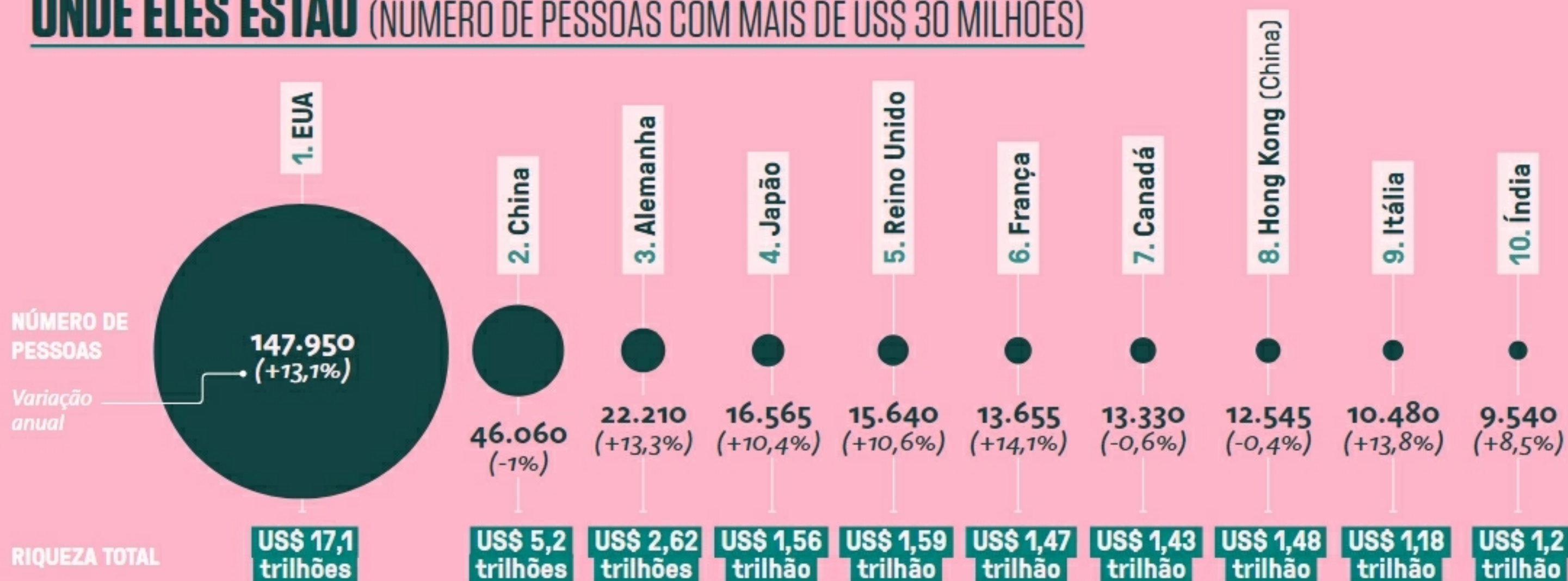
## OS MAIS RICOS

PATRIMÔNIO

■ Acima de US\$ 1 bilhão  
■ US\$ 500 ml a US\$ 1 bilhão  
■ US\$ 100 ml a US\$ 500 ml  
■ US\$ 30 ml a US\$ 100 ml



## ONDE ELES ESTÃO (NÚMERO DE PESSOAS COM MAIS DE US\$ 30 MILHÕES)



Fonte "Altrata World Ultra Wealth Report 2024".

# 10%

**FOI A REDUÇÃO MÉDIA** no volume do córtex cerebral da cientista Carina Heller, da Universidade de Minnesota, sob o efeito da pílula anticoncepcional. Ela se submeteu a 75 exames de neuroimagem, ao longo de um ano, comparando períodos nos quais estava e não estava utilizando o contraceptivo. Heller, que é autora de vários estudos analisando a relação entre hormônios, pílula e cérebro feminino, apresentou os resultados em um congresso de neurociências realizado nos EUA. A perda de 1% foi revertida quando ela parou de tomar a pílula, e não é necessariamente um problema em termos cognitivos: o volume do hipocampo, por exemplo, já varia naturalmente <sup>④</sup> ao longo do ciclo menstrual. (BG)

Fontes <sup>③</sup> "Frequent rainfall-induced new particle formation within the canopy in the Amazon rainforest", L Machado e outros, 2024; <sup>④</sup> "Hippocampal volume and affect in response to fluctuating estrogens in menstrual cycle irregularity: a longitudinal single-subject study", C Heller e outros, 2024.



## 3 NOTÍCIAS SOBRE

**Malária**

Ela mata 600 mil pessoas por ano no mundo, e tende a piorar. Mas há uma esperança.



1.

**Desmatamento acelera transmissão da doença**

Cada 1% de aumento das queimadas na Amazônia aumenta em 6,3% os casos de malária na região. Essa é a conclusão de um estudo<sup>⑤</sup> publicado por cientistas da Universidade Harvard e da Superintendência de Saúde do Amapá. Segundo os pesquisadores, isso acontece porque áreas desmatadas têm maior penetração da luz solar, o que favorece a proliferação do mosquito transmissor da doença. (BG)

2.

**Parasita demonstra resistência a remédio**

A malária costuma ser tratada com artemisinina, um medicamento criado nos anos 1970. Cientistas dos EUA analisaram 100 casos de malária tratados em Uganda e fizeram uma descoberta preocupante<sup>⑥</sup>: o parasita *P. falciparum*, que provoca a doença, exibiu resistência parcial ao fármaco em 11 deles. Em outros 10, o remédio não curou o paciente – a malária voltou pouco tempo depois. (BG)

3.

**Vacina passa no primeiro (e pequeno) teste**

Ela foi criada por duas universidades holandesas e contém uma versão geneticamente modificada do parasita *P. falciparum*, que não tem o poder de causar malária – mas ensina o sistema imune a combater a doença. No primeiro teste<sup>⑦</sup>, a vacina teve 89% de eficácia. Mas o estudo reuniu apenas 20 voluntários (após receberem vacina ou placebo, eles foram postos em contato com mosquitos infectados). (BG)

## Síndrome de Kessler pode ocorrer em 2050

A síndrome, teorizada em 1978 pelo astrofísico Donald J. Kessler, da Nasa, ocorreria quando a quantidade de detritos na órbita terrestre excedesse um certo nível: os destroços começariam a se chocar uns contra os outros, gerando mais lixo espacial, numa escalada incontrollável. Agora, três cientistas dos EUA calcularam<sup>⑧</sup> que, se o ritmo atual de lançamento e desintegração de satélites for mantido, a síndrome de Kessler poderá começar em 2050. Uma possível solução seria tirar alguns satélites de órbita antes mesmo do fim da sua vida útil, deixando-os queimar na atmosfera. (BG)

## Sistema guarda energia no fundo do mar

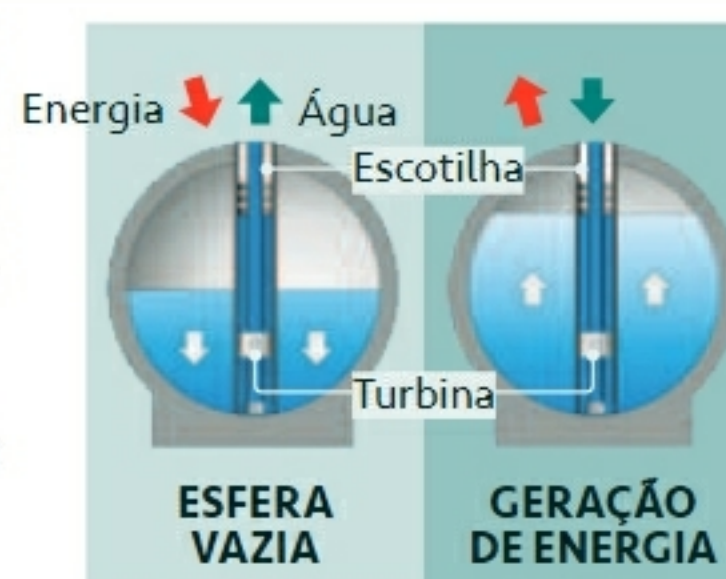
Nova tecnologia armazena eletricidade de fontes renováveis.

**1 AS ESFERAS**

São feitas de concreto, com 9 metros de diâmetro e 400 toneladas cada. Ficam no fundo do mar, a 500 metros de profundidade.

**2 O BOMBEAMENTO**

O sistema usa energia captada por usinas solares e eólicas. Ela é usada para bombear água para fora das esferas, que ficam vazias.

**3 A RECUPERAÇÃO**

A escotilha é aberta, e a água entra na esfera. Ao fazer isso, movimenta uma turbina interna, gerando eletricidade. Um protótipo do sistema está sendo construído na Califórnia.





## "SUBSTÂNCIAS ETERNAS" ELEVAM RISCO DE OBESIDADE

Elas estão em muitos produtos, duram para sempre – e podem ter efeitos ruins.

Os PFAS (PER E POLIFLUOROALQUIS) são moléculas formadas por átomos de flúor e carbono, com ligações muito fortes entre si – por isso, elas dificilmente se decompõem, e foram apelidadas de “substâncias eternas”. Esses compostos também repelem água e gordura, e são usados em tecidos, tintas, embalagens de comida e outros produtos (até 2015, também estavam nas panelas antiaderentes). São onipresentes: uma análise feita pelo Centers for Disease Control (CDC), do governo americano, constatou ⑨ que 98%

das pessoas tinham algum nível de PFAS no organismo. E isso, a ciência aos poucos vai descobrindo, pode ter efeitos sobre a saúde.

Um novo estudo, publicado por cientistas chineses, apontou ⑩ que há uma relação entre os PFAS e o ganho de peso: crianças cujas mães foram expostas a maiores níveis dessa substância, durante a gravidez, tinham maior risco de obesidade aos 10 anos. Os cientistas especulam que isso ocorra porque os PFAS possam afetar o metabolismo de alguma forma. (BG)

## Descoberta rede neuronal que produz a "teoria da mente"

A TEORIA DA MENTE é a capacidade de imaginar como outros indivíduos estão se sentindo e teorizar sobre as intenções deles. Ela é uma habilidade cognitiva avançada, essencial à vida em sociedade e inata ao ser humano (alguns outros animais, como cachorros e chimpanzés, também a têm). Cientistas da Universidade Northwestern, nos EUA, monitoraram a atividade cerebral de 14 voluntários e descobriram ⑪ como a teoria da mente é produzida: ela é gerada por uma grande rede de neurônios, que engloba nove regiões do cérebro – incluindo a amígdala (relacionada ao medo), o lobo temporal medial (emoção e comportamento social) e o córtex dorsal pré-frontal (raciocínio). (BG)

**Fontes** ⑤ "Ecological change increases malaria risk in the Brazilian Amazon", N Arisco e outros, 2024; ⑥ "Artemisinin Partial Resistance in Ugandan Children With Complicated Malaria", R Henrici e outros, 2024; ⑦ "Safety and Efficacy of Immunization with a Late-Liver-Stage Attenuated Malaria Parasite", O Lamers e outros, 2024; ⑧ "On the Risk of Kessler Syndrome: A Statistical Modeling Framework for Orbital Debris Growth", C Liang e outros, 2024; ⑨ "Polyfluoroalkyl Chemicals in the U.S. Population", A Calafat e outros, 2007; ⑩ "Prenatal exposure to per- and polyfluoroalkyl substances and sex-specific associations with offspring adiposity at 10 years of age: Metabolic perturbation plays a role", Z Wang e outros, 2024; ⑪ "The human social cognitive network contains multiple regions within the amygdala", D Edmonds e outros, 2024.

## NÃO É BEM ASSIM...

Notícias que bombaram por aí – mas não são verdade

### A NOTÍCIA

IA faz trabalho de advogado na Justiça

### O QUE ELA DIZIA

A empresa americana DoNotPay criou uma inteligência artificial capaz de atuar em processos judiciais, substituindo o advogado. A IA permite processar qualquer pessoa, por qualquer razão, com poucos cliques.

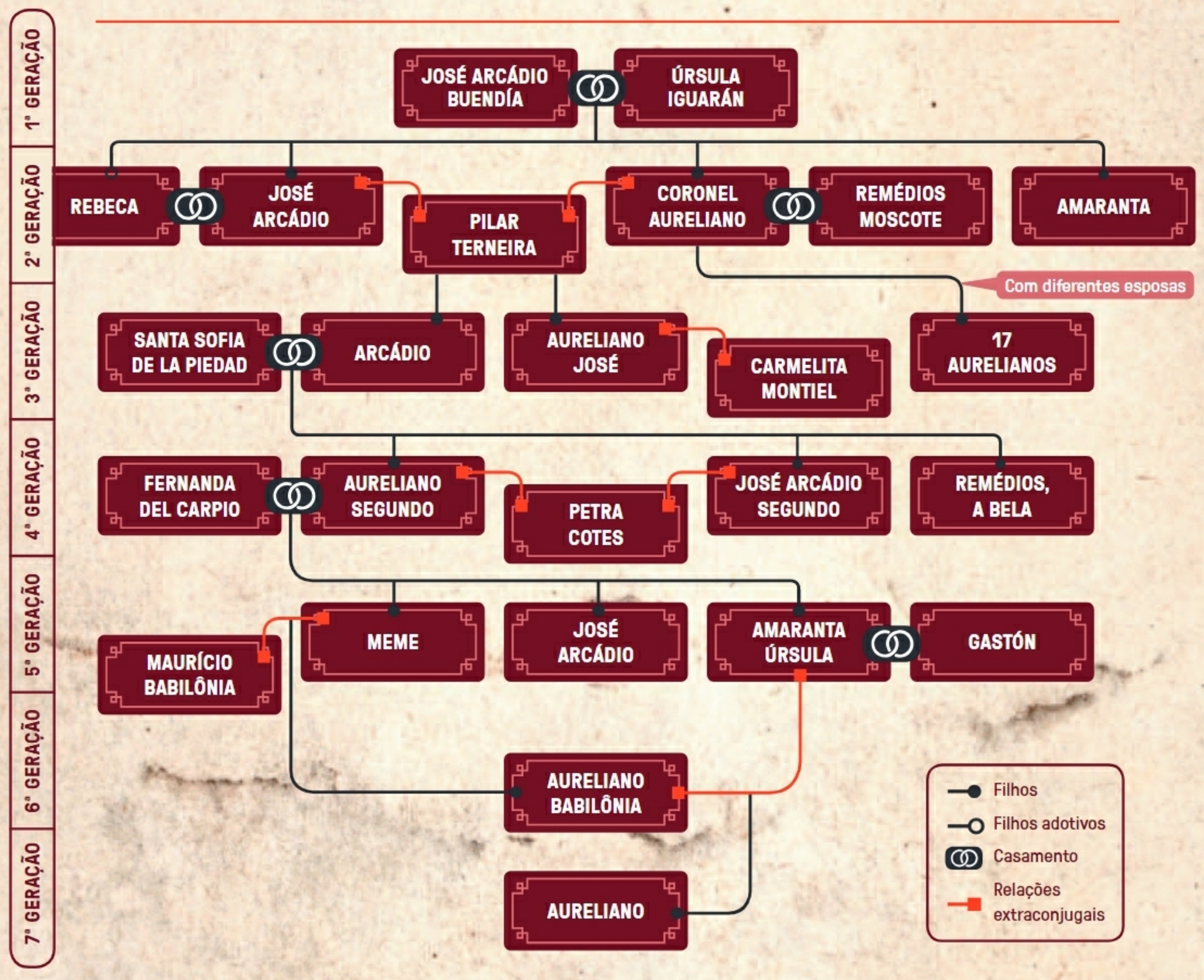
### A VERDADE

Talvez você se lembre dessa notícia, que circulou bastante em 2023 – o fundador da empresa chegou a tentar levar a IA para um caso no tribunal, mas a Justiça proibiu. Só que era tudo lorota. Após um ano de investigações, a Federal Trade Commission, do governo dos EUA, constatou que a inteligência artificial da DoNotPay não é capaz de atuar como advogada. A empresa foi multada em US\$ 193 mil por propaganda enganosa, e não poderá mais alegar isso. (BG)

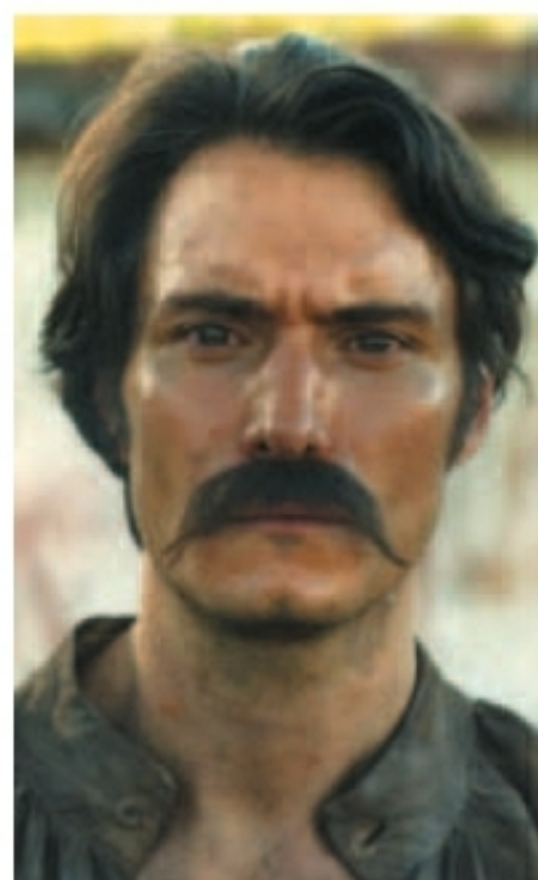


# Casos de família

*Cem anos de solidão*, clássico latino-americano escrito por Gabriel García Márquez, virou série da Netflix. Para não se confundir, confira a árvore genealógica da família Buendía, cheia de nomes iguais e relacionamentos complexos. **Texto:** Eduardo Lima • **Design** Cristielle Luise



PÉROLAS DO  
STREAMING



## SÉRIE Cem anos de solidão (2024)

Netflix

O romance, obra-prima do colombiano Gabriel García Márquez, é tido como difícil de ler – tanto por sua linguagem e estilo narrativo quanto pela quantidade de personagens (dezenas). Esta série torna a história – que acompanha sete gerações de uma família, na cidade fictícia de Macondo – bem mais acessível. (BG)

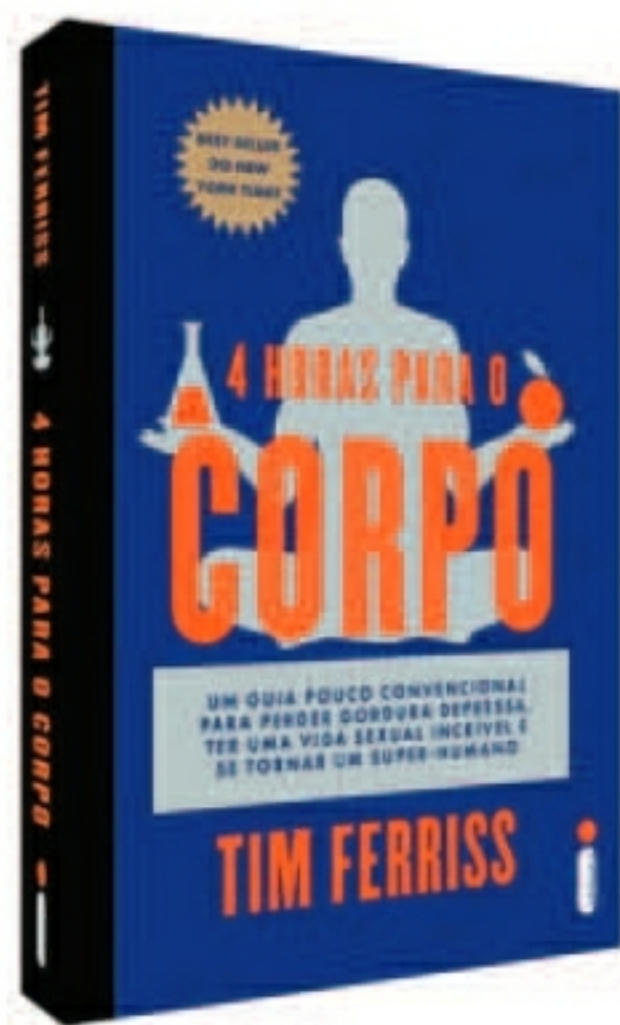


## SÉRIE Nível secreto (2024)

Amazon Prime

Criada por Tim Miller, diretor do filme *Deadpool*, esta série de ficção mescla *live action* e animação em episódios curtos (com 10 a 20 minutos cada), que se passam nos universos de games clássicos, como *God of war*, *Pac-man*, *Mega man*, *Ghost of Tsushima*, *Dungeons & dragons*, *Unreal tournament* e *War hammer*. (BG)





## HACKEANDO O ORGANISMO

O AMERICANO TIM FERRISS ficou famoso, em 2007, ao publicar *A semana de 4 horas*: um best-seller que prometia ensinar a sobreviver trabalhando pouco. Continha lorotas, mas também verdades (Ferriss foi o pioneiro do chamado nomadismo digital). Aí ele escreveu um guia com dicas nada ortodoxas para emagrecer, dormir, comer e viver melhor. O livro, que está sendo relançado no Brasil, está cheio de trechos divertidos – e surpreendentemente eficazes. (BG)

4 horas para o corpo. R\$ 85.



## A volta de um clássico

EM 1994, a Nintendo lançou um jogo revolucionário: *Donkey Kong Country*, para o Super NES, foi o primeiro game a trazer personagens "pré-renderezados" (cujas imagens foram geradas previamente, em computadores de alta potência). O resultado foi um visual incrível para a época. O jogo foi um megassucesso, e ganhou uma continuação – que, agora, chega ao Nintendo Switch em versão remasterizada. (BG)

*Donkey Kong Country Returns HD*. Lançamento dia 16/1, para Nintendo Switch. R\$ 299.



## 18 minutos sem gritar

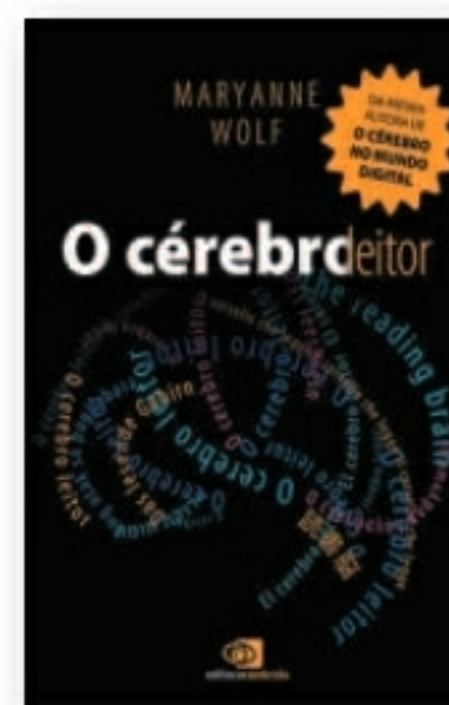
EIS O OBJETIVO deste game de terror, que se passa numa floresta misteriosa – e usa o microfone do seu computador para monitorar o ambiente. Se você se assustar e deixar escapar um grito, ou mesmo um suspiro, já era: o jogo (que dura 18 minutos) recomeça do início. O game foi feito na plataforma de desenvolvimento Unreal Engine 5, e por isso tem gráficos fotorrealistas: parece um filme. (BG)

*Don't scream*. Para PC. R\$ 47 na Steam.

“Estavam começando tempos difíceis e arriscados que tiveram, como consequência, uma migração em massa para a Globo”,

ESCREVE o jornalista Ernesto Rodrigues neste livro sobre a história das Organizações Globo, um império erguido por Roberto Marinho durante a ditadura militar. A “migração” a que ele se refere é dos artistas: muitos ficaram desempregados após o AI-5, que arrasou a cena cultural brasileira, e foram parar na TV. (BG)

*A Globo – Volume 1 (Hegemonia: 1965-1984)*. R\$ 129,80.



## A COGNIÇÃO E AS PALAVRAS

LER E ESCREVER são habilidades extraordinárias, que nenhuma outra espécie alcançou. Mas o que, exatamente, no cérebro humano tornou-as possíveis? Neste livro, a cientista cognitiva Maryanne Wolf explica o que acontece quando lemos – e como isso dá ao cérebro um poder que ele originalmente não tem. (BG)

*O cérebro leitor*. R\$ 80.



FILME  
**E amanhã... o mundo todo (2020)**  
*Netflix*

A alemã Luisa entra numa organização antifascista: ela é estudante de Direito e quer prestar assessoria jurídica ao grupo, que combate políticos e partidos neonazistas. Mas Luisa acaba se envolvendo, a contragosto, com a parte “prática” da ação. E descobre que a violência nunca é a resposta. Ou quase nunca. (BG)



CANAL  
**Factory monster**  
*YouTube*

Você sabe como as fábricas fazem os rasgos e as marcas de desgaste nas calças jeans? Como são fabricadas as capinhas para smartphone, os cadernos, as torneiras ou o batom? Este canal mostra os detalhes desses e de outros processos industriais – que são bem mais complicados, e interessantes, do que se imagina. (BG)



# Um truque de acústica

Os fones Huawei Freebuds 6i aliam cancelamento digital de ruído a um sistema inventado no século 19 – e o resultado é notável. *Texto Bruno Garattoni Design Cristielle Luise*



## O RESSONADOR

O ar entra até a pressão lá dentro atingir certo patamar. Então, ele força a saída e a pressão abaixa. Isso abre caminho para o ar voltar a entrar, e aí o ciclo se repete. A frequência desses ciclos de entrada e saída é a frequência da onda que será cancelada depois.

SE VOCÊ PEGAR UMA GARRAFA e soprar na boca dela, ouvirá um assobio: é a frequência de ressonância (vibração) natural daquela garrafa. Em 1862, o físico alemão Hermann von Helmholtz explorou esse princípio para criar o “ressonador de Helmholtz”: um dispositivo [veja no infográfico] que isola determinada frequência do som e suprime as demais. Os fones de ouvido Huawei Freebuds 6i (R\$ 599) têm dentro um microrressonador de Helmholtz. Combinam isso com um sistema tradicional de *noise canceling* (que capta os sons do ambiente e gera um sinal oposto, anulando-os). Nos nossos

testes, os Freebuds conseguiram eliminar quase todo o ruído ambiente, mesmo em situações muito barulhentas (rua, metrô, escritório lotado). Produziram bem mais silêncio do que o normal para fones da sua categoria (intra-auriculares com cancelamento de ruído), e se aproximaram do isolamento extremo proporcionado pelos Sony WH-1000XM2, que são supra-auriculares (cobrem as orelhas) com *noise canceling*.

Os Freebuds são confortáveis, têm bom som, bateria que dura bastante (5h, mais quatro recargas na caixinha) e um ótimo app, com equalizador de 10 bandas, para iOS e Android.



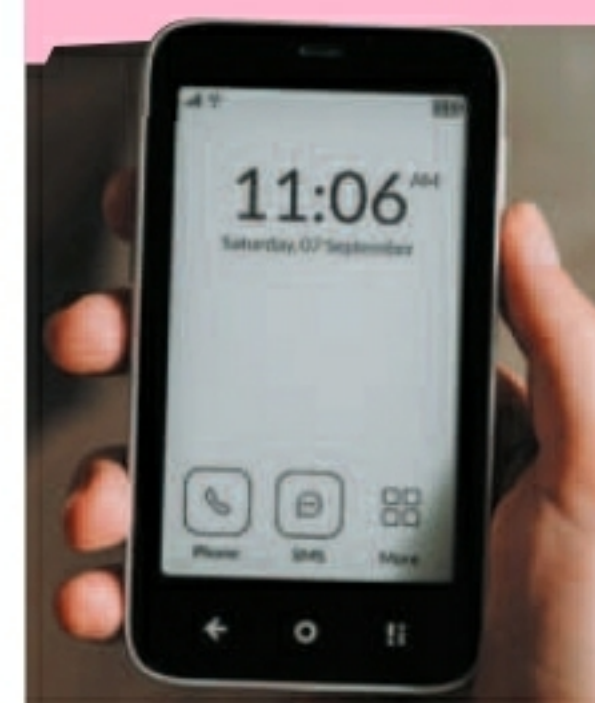


## Todos em um

**OS CONTROLES DE JOGO PARA XBOX, PC e smartphone** usam sempre a mesma disposição de botões: A, B, X, Y. Só que os consoles da Nintendo adotam outra ordem: Y, X, B, A. Isso significa que nunca existiu um controle universal, que servisse perfeitamente para todos esses dispositivos. Agora existe: o Tarantula Pro, da marca chinesa GameSir, tem um sistema motorizado que permite alterar a letreirinha exibida embaixo de cada botão. O controle funciona via cabo USB ou sem fio (Bluetooth e 2,4 GHz), e custa US\$ 70.

## VOCÊ DECIDE

Os projetos mais interessantes do mundo do crowdfunding



### Calm e minimalista

[kickstarter.com](https://www.kickstarter.com)

**Projeto** Mudita Kompakt  
**O que é** Um smartphone cuja tela é de papel eletrônico, como a do Kindle, e tem apenas as funções essenciais: permite fazer ligações, enviar e receber mensagens, consultar mapas e tirar fotos. Ele roda uma versão modificada do Android, sem os serviços do Google (não acessa a Play Store). A ideia é fazer a pessoa usar menos o celular.

**Quanto já arrecadou**

US\$ 370 mil

**Chance de rolar** ●●●●○

### Faca ultrassônica

[indiegogo.com](https://www.indiegogo.com)

**Projeto** 369Sonic

**O que é** Uma faca de cozinha que vibra 40 mil vezes por segundo, e por isso promete cortar melhor e com menos esforço: segundo seus criadores, ela é 36 vezes mais afiada do que uma faca comum. Somente a lâmina vibra; o cabo não. A faca pesa 330 g, tem 33 cm de comprimento (sendo 15 cm de lâmina) e é alimentada por uma bateria recarregável.

**Quanto já arrecadou**

US\$ 49 mil

**Chance** ●●●●○



## Ela chora

**O VASO PLANTSIO IVY** (US\$ 160) avisa se está na hora de molhar a planta: ela faz cara de sofrimento, por meio de uma telinha LCD, se estiver seca (o vaso monitora a umidade da terra, e tem um reservatório de água suficiente para até 10 dias). A planta também reclama se estiver no frio, recebendo pouca luz ou passando muito tempo sozinha – o vaso detecta vibrações do ambiente para determinar se há gente por perto. Ele mede 11 x 10 x 9,6 cm, e vem com um app que determina as condições ideais para 40 tipos de plantas.



## Ultra-analógica

Como seu nome diz, a Lomomatic 110 (US\$ 199) usa filme fotográfico do padrão 110, criado em 1972 pela Kodak para uso em câmeras ultracompactas. Ele é bem menor do que o filme tradicional e por isso gera imagens ainda mais granuladas, com uma cara extremamente *vintage* – justamente a graça da fotografia analógica. A Lomomatic é automática e está disponível em cinco cores (de US\$ 109 a US\$ 199). Cada cartucho de filme, com 24 chapas, sai por US\$ 10.



## A ERA PÓS-LÍTIO

O smartphone GT7 Pro, da marca chinesa Realme, vem com o processador Snapdragon 8 Elite, 16 GB de RAM e tela OLED de 6,78 polegadas e 120 Hz. Está no mesmo nível dos outros celulares topo de linha. Mas vai além na bateria: em vez de lítio, ela é feita de silício-carbono, uma combinação que alcança maior densidade energética. Por isso, a bateria do Realme tem 6.500 mAh de capacidade (o Galaxy S24 Ultra tem 5.000 mAh, e o iPhone 16 Pro Max tem 4.685 mAh). Ele já está à venda na China e na Europa, pelo equivalente a US\$ 1.000.



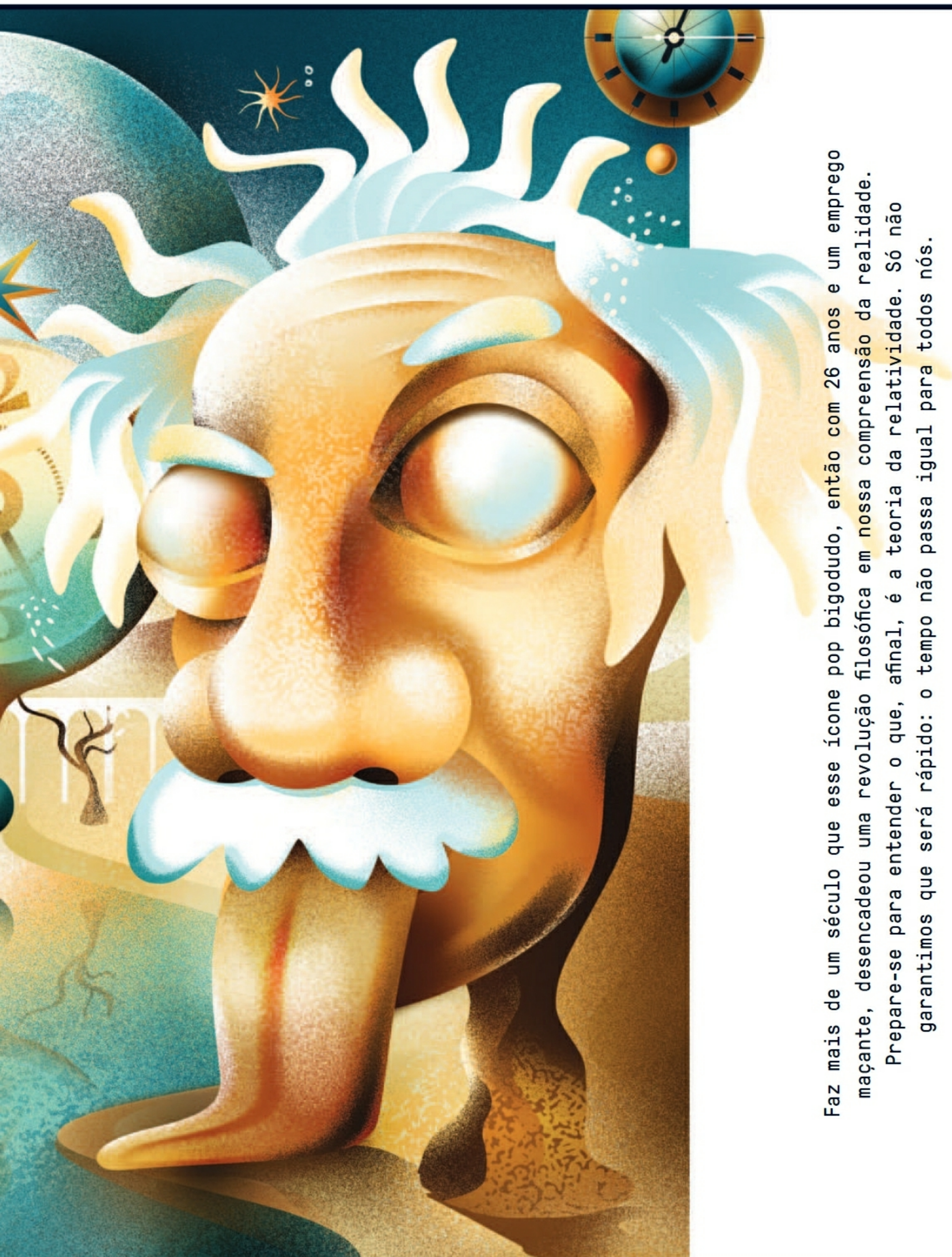
# EINSTEIN



*Relativamente fácil*

**Texto** Bruno Vaiano **Ilustração** Tayrine Cruz **Design** Juliana Krauss





Faz mais de um século que esse ícone pop bigodudo, então com 26 anos e um emprego maçante, desencadeou uma revolução filosófica em nossa compreensão da realidade.

Prepare-se para entender o que, afinal, é a teoria da relatividade. Só não garantimos que será rápido: o tempo não passa igual para todos nós.





# E

**EM 2035**, um foguete Ariane 6 da Agência Espacial Europeia (ESA) vai decolar do espaçoporto de Kourou, na Guiana Francesa, levando no portamalas a maior geringonça científica já construída pela humanidade: um interferômetro a laser com braços de 2,5 milhões de km de comprimento – o equivalente a 62 voltas em torno da Terra. O objetivo desse equipamento de €1,5 bilhão é fazer mais do que já é rotina para os astrofísicos há mais de cem anos: verificar, com precisão cada vez maior, que Einstein acertou.

Em 1916, o alemão previu a existência de ondas gravitacionais – oscilações no próprio tecido do espaço-tempo, que alteram em algumas frações de centímetro o comprimento de onda desses lasers quando passam por eles. Essas ondas são geradas por eventos cósmicos cataclísmicos, como colisões entre buracos negros ou estrelas de nêutrons. Um século após a previsão de Albert, em 2016, um par de interferômetros localizados na superfície da Terra – o Ligo – detectou esses pulsos pela primeira vez. Agora, o experimento irá

ao espaço [entenda-o no infográfico da pág. 23].

Einstein permanece vivo nos alicerces da física contemporânea e no imaginário popular. Sete décadas após sua morte, ele ainda é o maior dos ícones pop da ciência – sua foto com a língua de fora estampa ecobags e pôsteres em ritmo de Frida Kahlo ou Marilyn Monroe. Não faltam textos, na *Super* e em outros veículos, sobre a militância do alemão contra a bomba atômica, sua carta com conselhos para Marie Curie, suas impressões do Brasil, suas caminhadas em Princeton com Kurt Gödel ou sua aparição no filme *Oppenheimer*.

Difícil mesmo é entender o que está na raiz dessa veneração. Nas próximas páginas, você descobrirá o que, exatamente, é a teoria da relatividade – e por que esse trabalho foi o clímax de uma mudança de paradigmas filosóficos que começou muito antes, em Galileu. Não se preocupe: a jornada não é tão cabeluda quanto parece. Einstein não triunfou tanto por sua matemática quanto por sua imaginação. Para entendê-lo, basta imaginar junto.



## Relativos e absolutos

Você já ouviu falar na polêmica entre heliocentristas e geocentristas no final da Idade Média. Aprendemos na escola que havia uma briga para decidir se era a Terra ou o Sol que ficava no centro do Universo – e que os hereges que preferiam o Sol ganhavam um aperitivo dele na fogueira, porque a Igreja era do time Terra.

O problema no pensamento católico medieval sobre o cosmos (que deriva de Aristóteles e Ptolomeu, em última instância) não era só declarar que nosso planeta está no centro, mas também imaginar que existe um centro. Que Deus hierarquizou o mundo em lugares mais ou menos privilegiados – que as leis da física em Marte seriam diferentes das que conhecemos aqui, por exemplo.

Então, veio Galileu. Ele tem o crédito de ter sido o primeiro a perceber que, na física, as coisas só fazem sentido em relação a outras coisas. Daí a palavra “relatividade”, diga-se. Não existe um referencial absoluto – nem no centro da Terra, nem no Sol, nem em lugar algum.

Você só pode afirmar que um ônibus está a 120 km/h porque as multas de trânsito valem em relação ao asfalto. Mas o chão – a superfície da Terra – está se movendo em relação ao Sol. O Sol, por sua vez, está se movendo em relação à Via Láctea. Que está se movendo em relação à galáxia vizinha, Andrômeda (elas vão se fundir daqui 4,5 bilhões de anos).

Em suma: para declarar que alguma coisa tem velocidade, sempre é preciso dizer em relação a quê. “As leis da física podem referir-se igualmente a qualquer ponto, tomado como seu centro, e darão origem às mesmas relações”, escreveu em 1965 o físico David Bohm, amigo de Einstein, discutindo a relatividade de Galileu no livro *A teoria da relatividade restrita*.

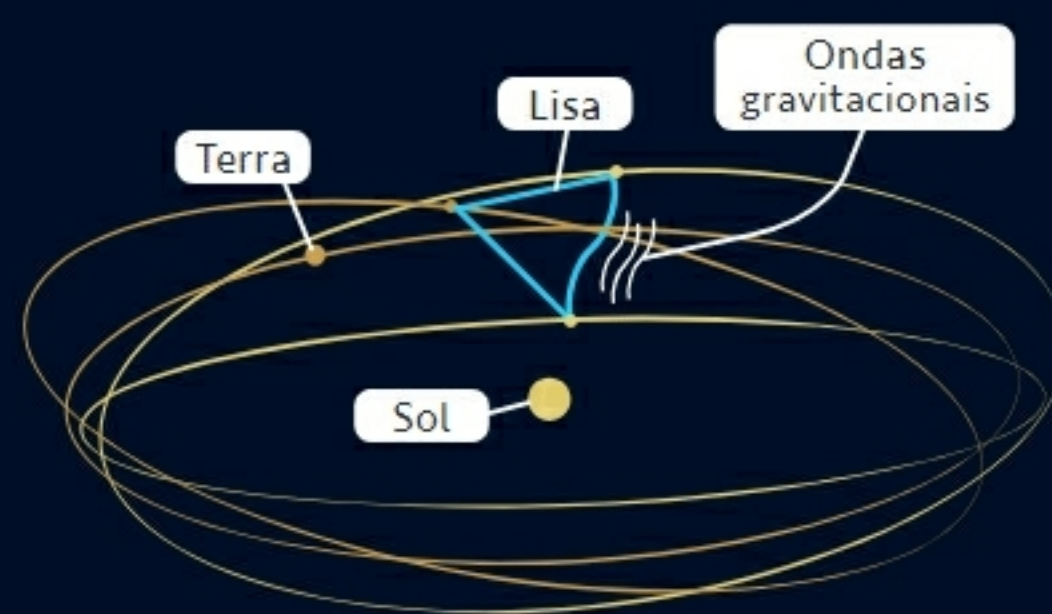
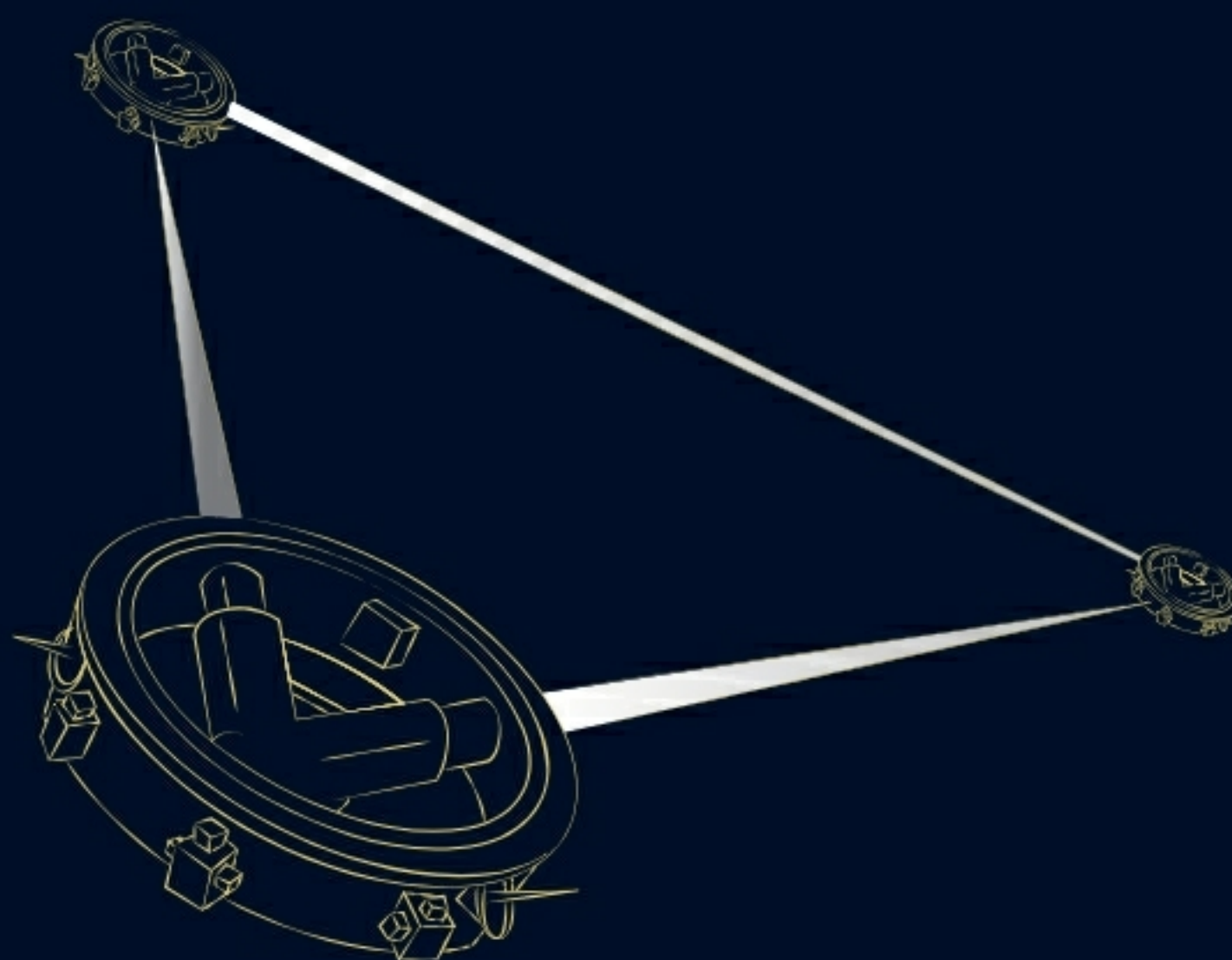
A bordo de um avião, com as janelas fechadas, é impossível notar que estamos a 10 km de altitude e 900 km/h. Dá para andar até o banheiro, conversar e comer. Da perspectiva dos passageiros, o avião é um referencial parado e é o chão que está se movendo a 900 km/h para trás. Dói no senso comum, mas não faz diferença para as equações. Elas dão os mesmos resultados.

Prova disso é o seguinte experimento →

## POR TRÁS DO LISA

Conheça o experimento que vai ao espaço detectar as ondas gravitacionais previstas por Einstein.

1. Lisa é a sigla em inglês de “Antena Espacial de Interferômetro a Laser”. Ele consistirá em três navezinhas autônomas de 2,5 m de diâmetro que ficarão em órbita ao redor do Sol em uma formação triangular, conectadas por feixes de laser de 2,5 milhões de km.

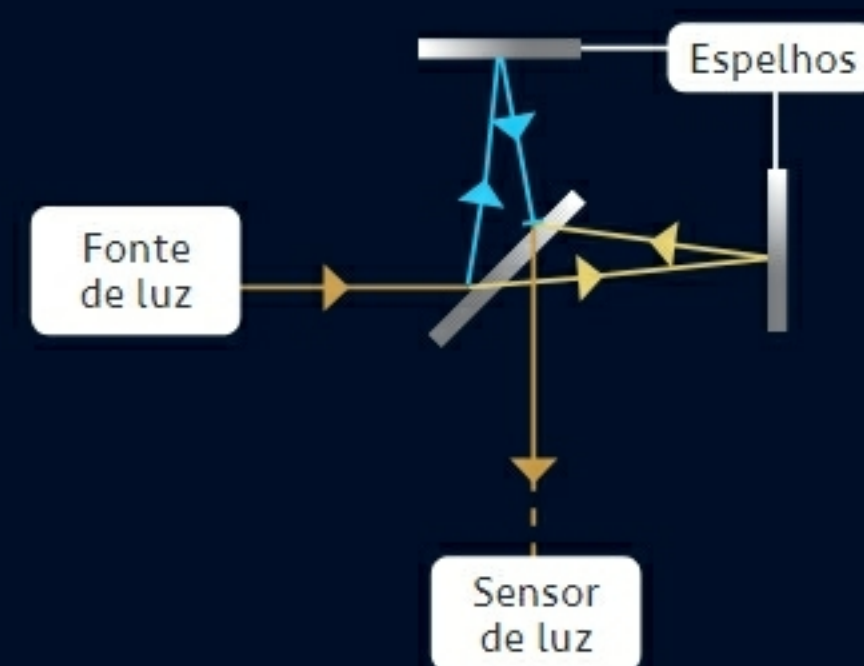


2. O objetivo é detectar ondas gravitacionais: oscilações no próprio tecido do espaço-tempo, geradas por eventos como a colisão de buracos negros.

3. Quando a onda gravitacional passa, ela muda a posição das naves, o que interfere ligeiramente no comprimento dos lasers e permite a detecção.

**COMO FUNCIONA**  
Albert Michelson criou o primeiro Interferômetro óptico no século 19. Nele, um espelho especial separa um raio de luz ao meio. Suas metades são refletidas e voltam

a se fundir. Se algo interferir em uma das metades, porém, as ondas vão se reencontrar fora de fase – e a luz sofrerá uma interferência detectável pelo sensor.



### O Ligo

A primeira detecção de ondas gravitacionais aconteceu em 2016 no Interferômetro Ligo, cujos lasers têm 4 km. No espaço, o LISA será ainda mais sensível.

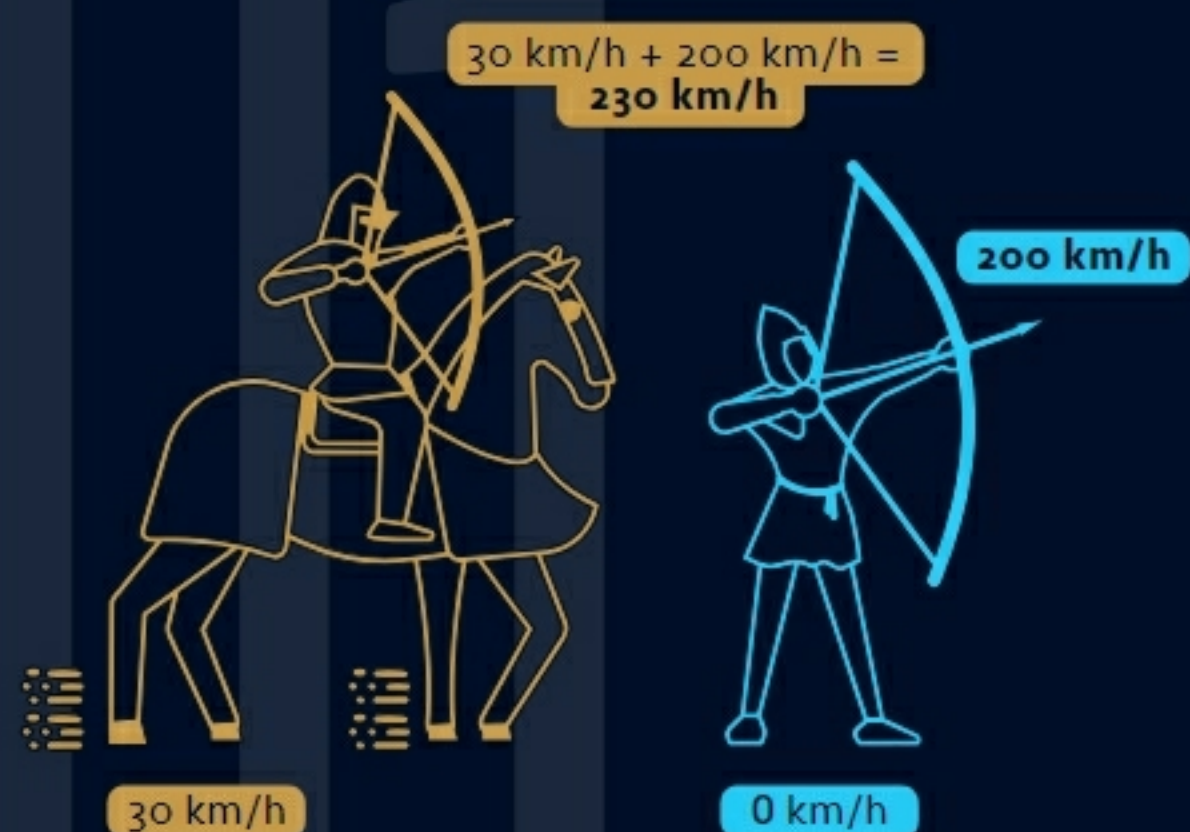




# RELATIVIDADE RESTRITA

A velocidade da luz em relação a nós é fixa: se você se desloca mais rápido no espaço para alcançá-la, o tempo passa mais devagar para compensar. E você fica na estaca zero.

## A invariância da velocidade da luz

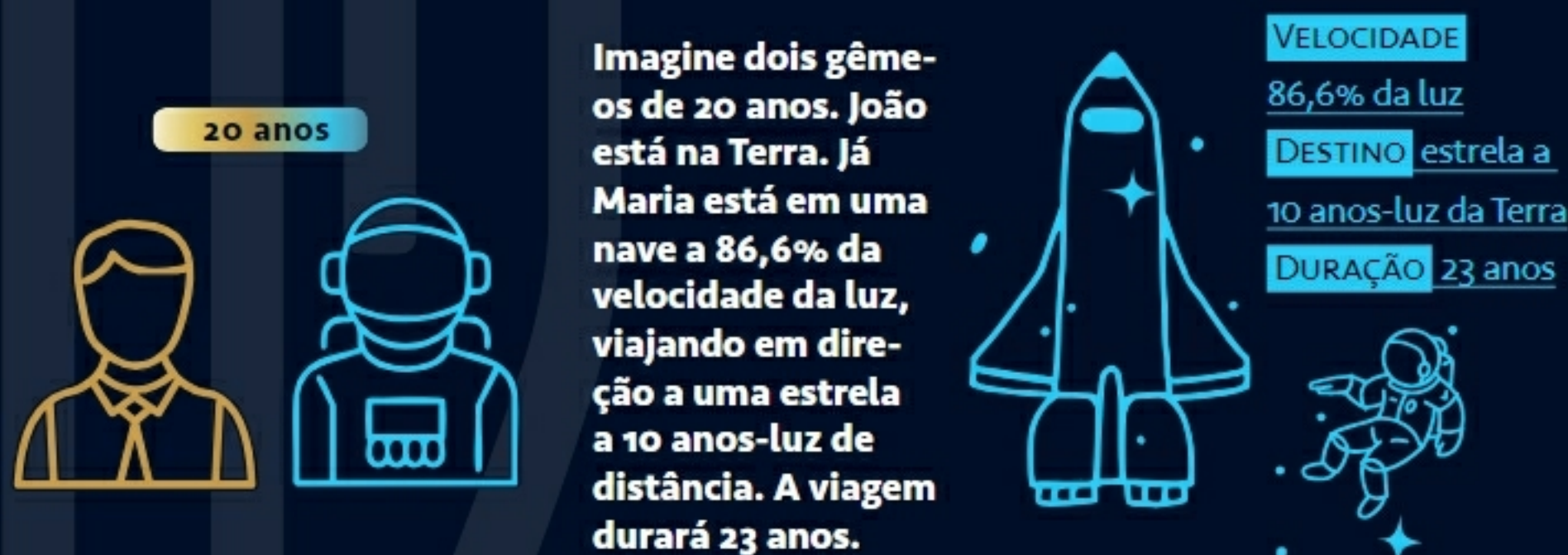


**O MUNDO DE NEWTON**  
Na mecânica clássica, velocidades se somam de modo óbvio e intuitivo: uma flecha lançada de cima de um cavalo em movimento irá mais rápido que uma atirada por um soldado parado.

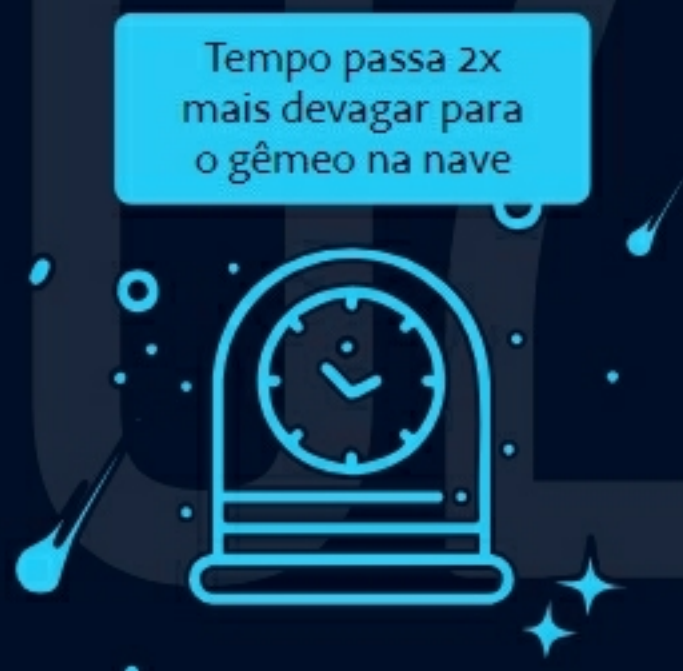


**O MUNDO DE EINSTEIN**  
A luz, porém, não obedece a essa lógica. Sua velocidade é a mesma de qualquer ponto de vista. Tanto o cavaleiro como o soldado a pé a verão se afastar no mesmo pique: 300 mil km/s.

## A dilatação do tempo



Imagine dois gêmeos de 20 anos. João está na Terra. Já Maria está em uma nave a 86,6% da velocidade da luz, viajando em direção a uma estrela a 10 anos-luz de distância. A viagem durará 23 anos.



Acontece que tempo e espaço estão entrelaçados. Para se deslocar tão rápido, Maria precisa perder um pouco de movimento no tempo. Ao chegar, ela envelheceu menos que João.



imaginário: você está no espaço vazio, sentado em sua nave, e uma outra nave passa por você. Não há estrelas para servir de referencial, só a escuridão. Nessas circunstâncias, é impossível determinar quem está parado e quem está se movendo. Até onde o piloto da outra nave pode aferir, é ele que está parado – e você é que está se aproximando.

Até aqui, tudo bem. Concluimos que não faz diferença estar parado ou estar se movendo a uma velocidade constante. Na verdade, nem sequer existe essa coisa de estar parado. Todos os planetas, estrelas, nuvens de gás e demais itens do Universo estão se movendo constantemente uns em relação aos outros.

Existe um fenômeno, porém, que não é tão relativizável assim: as mudanças de velocidade. Nós percebemos nitidamente quando estamos acelerando ou freando. O avião pressiona os passageiros contra os assentos ao decolar e joga todos para frente ao pousar. Há algo de absoluto na aceleração – ela existe por si só, enquanto a velocidade constante emerge da comparação entre dois pontos de vista.

Galileu, diga-se, também foi o cara que percebeu que a gravidade acelera os objetos em direção ao chão em vez de levá-los para baixo a uma velocidade constante (que era o chute de Aristóteles). Essa sacada de que a gravidade é uma aceleração faria toda diferença para Einstein depois – então mantenha isso em mente nas próximas páginas.

Newton, o mais célebre dos cabeções dessa época, veio pouco depois e condensou as sacadas de Galileu, Kepler e de si mesmo – entre tantos outros pioneiros – no que hoje chamamos de *mecânica clássica*. Essas são as equações que regem o movimento dos objetos no nosso cotidiano, que todo estudante de exatas conhece, e que servem até hoje para disparar foguetes à Lua.





Para Newton, havia  
um único relógio  
para todo o Universo.  
Einstein descobriu que  
cada um carrega o seu.

Mas Newton ainda se sentia desconfortável. Ele intuía que algo precisava servir de parâmetro para a dança dos astros no Universo. Ele decretou, então, que o espaço e o tempo eram absolutos. É como se o Universo fosse uma caixa gigante em que acontecem todas as coisas, e lá houvesse um relógio fazendo um único tique-taque para tudo que existe. Planetas e estrelas podem até estar em movimento constante uns em relação aos outros, mas isso se dá contra um plano de fundo fixo, imutável. É uma ideia bonita – e fazia sentido. Mas aí jogaram água no chopp.

### Um arremedo etéreo

Em 1865, um escocês de barba desgrenhada chamado James Maxwell publicou um conjunto de equações que descreviam os fenômenos eletromagnéticos com enorme precisão. Elas eram de uma correção e elegância sem par, mas continham em si um mistério: indicavam que a luz sempre se desloca a uma velocidade de 300 mil km/s, e esse valor emergia por si só.

“As equações de Maxwell simplesmente produziam esse número, sem especificar ou tomar por base nenhuma referência”, escreve o físico Brian Greene, da Universidade Columbia. “É como se alguém o convidasse para uma

festa em uma casa trinta quilômetros ao norte sem dizer ao norte de quê.” Mas, de alguma forma, você chegasse lá.

Não fazia sentido. A velocidade do som só faz sentido em relação ao ar parado. A velocidade das ondas sísmicas só existe em relação à crosta terrestre. A luz precisava de um referencial, porque nada é absoluto – alô, Galileu? Muitos físicos, então, tentaram preencher essa lacuna de um jeito deselegante: defendendo a existência de algo chamado *éter luminífero*.

Essa substância hipotética e indetectável estaria espalhada uniformemente por todo o Universo e serviria como meio de propagação das ondas eletromagnéticas – bem como um referencial estático em relação ao qual se pudesse determinar sua velocidade. Era um remendo teórico. Um jeito de fornecer

um substrato à luz; algo em que ela pudesse se apoiar.

“Esse era o único referencial, de acordo com os defensores da hipótese do éter, em que as equações de Maxwell estavam corretas”, escreve Leonard Susskind, professor da Universidade Stanford, em seu livro *Special relativity and classical field theory*. “Em qualquer outro referencial que estivesse em movimento em relação ao éter, as equações precisariam ser alteradas.”

Tudo certo, não fosse a parte do “indetectável”. A única razão para se postular a existência do éter é que ele parecia uma obrigação teórica, uma necessidade lógica diante do que se sabia sobre outras ondas. Não havia qualquer evidência prática de que o dito-cujo estivesse lá.

Foi nesse contexto que o físico →



americano Albert Michelson idealizou, em 1887, um dispositivo chamado interferômetro óptico. Esse aparato experimental era uma tentativa de detectar ou não a existência do éter – e pôr fim à questão que afligia a física.

A ideia de Michelson era simples. Se o Universo estivesse mesmo banhado nessa substância, então a Terra estaria atravessando o éter a 30 km/s conforme ele percorre sua órbita ao redor do Sol – e isso geraria um “vento”, exatamente como o vento batendo no seu rosto quando você corre.

Ao emitir feixes de luz em direções diferentes, em um laboratório aqui na Terra, eles estariam encarando o vendaval de éter em direções diferentes. Isso deveria mudar a velocidade da luz em cada feixe – como veleiros que vão mais rápido ou devagar se navegam contra ou a favor do vento [essa é uma simplificação, entenda o experimento em detalhes no gráfico da pág. 23].

Isso não aconteceu. A luz, em quaisquer circunstâncias, parecia se propagar

sempre à mesma velocidade: aproximadamente 300 mil km/s. Bizarro. Se você acende uma lanterna parado e uma lanterna em um carro a 50 km/h, é de se esperar que a luz da lanterna do carro ande 50 km/h mais rápido do que a lanterna parada. Na realidade, porém, o carro não faz diferença alguma. Tanto as equações de Maxwell quanto o interferômetro de Michelson sugeriam que a luz se desloca à revelia dos referenciais.

Houve algumas tentativas de justificar o resultado. Alguns físicos apostaram, por exemplo, que a Terra estava arrastando um pouco de éter consigo – do mesmo jeito que um carro com janelas fechadas carrega um bolsão de ar parado dentro dele. A verdade, porém, era um pouco mais estranha. E só um físico abraçou o surrealismo em vez de evitá-lo: Einstein.

### **A relatividade restrita**

Ao longo de 1905, com 26 anos e um emprego maçante em um escritório





de patentes na Suíça, Einstein publicou os quatro artigos científicos mais importantes da história da física em um intervalo de alguns meses.

O primeiro deles, sobre o movimento fotoelétrico, se tornaria um dos pilares da mecânica quântica. Você pode entendê-lo em uma outra matéria de capa da *Super* [procure a edição 420 em nosso acervo online]. O segundo, sobre o movimento aleatório de partículas suspensas em um fluido – o movimento browniano –, foi pivotal para o consenso em torno da existência de átomos e moléculas.

Para este texto, porém, são os dois últimos que interessam. Neles, Einstein descreve a teoria da relatividade restrita e chega à única equação que todo mundo sabe de cor:  $E = mc^2$ . Esses papers resolveram o conflito entre a mecânica clássica e o eletromagnetismo. E, de quebra, inauguraram uma nova era na física.

Einstein fez algo razoavelmente simples do ponto de vista matemático e um tanto psicodélico do ponto de vista conceitual. Partiu da premissa de que o éter não existia – porque não pode existir um referencial privilegiado em relação aos demais, o que é Galileu básico –, mas supôs também que a velocidade da luz é fixa em todos os referenciais: 300 mil km/s, conforme Maxwell. Em suma, aceitou o que a física dizia, sem procurar pelo em ovo.

Esse raciocínio leva a uma conclusão absurda. Vamos reforçá-la: mesmo que o carro com a lanterna de alguns parágrafos atrás milagrosamente conseguisse alcançar 99% da velocidade “c”, a luz continuaria fugindo de você a 300 mil km/s. Como é possível?

Albert concluiu que é possível porque, quanto mais rápido você se desloca, mais devagar o tempo passa da sua perspectiva. Essa lentidão no relógio compensa a rapidez do deslocamento no espaço e mantém o motorista na estaca zero. Matematicamente, trata-se de algo muito engenhoso: o espaço e o tempo se distorcem para acomodar os desígnios da luz. Filosoficamente, parece um absurdo completo: por que o Universo funcionaria assim? Os experimentos práticos, porém, são inescapáveis. Eles confirmam que isso acontece.

Nascia a teoria da relatividade restrita, ou especial – “restrita” porque ela vale →

## RELATIVIDADE GERAL

*A massa enorme da Terra curva o tecido do espaço-tempo. Essa curva muda nossa trajetória e nos empurra na direção do planeta. Isso é a gravidade.*

O “princípio da equivalência”: gravidade e aceleração são indistinguíveis.



**1. Em um foguete parado na superfície da Terra, os astronautas são puxados para baixo pela gravidade do planeta e conseguem caminhar normalmente lá dentro.**

**2. Se o foguete acelera para cima, o astronauta também é pressionado para baixo, mas pela inércia. Em uma cabine selada, esse puxão é indistinguível da gravidade.**

**3. Assim Einstein descobriu que aceleração e gravidade são a mesma coisa: objetos percorrendo curvas no espaço-tempo. Planetas e estrelas geram essas curvas [veja abaixo].**

Órbita, na verdade, é uma queda livre



Quando um canhão dispara uma bala, ele percorre uma trajetória balística e cai, porque a curva que a Terra gera no tecido do espaço-tempo (a gravidade) força o projétil a voltar para a superfície do planeta.



Se a bala for rápida o suficiente, ela dará muitas voltas ao redor do planeta antes de cair. Isso é entrar em órbita. A trajetória dos satélites e da Lua fica presa nessa valeta que a massa da Terra gera no espaço-tempo.

Espaço-tempo



apenas para situações de velocidade constante, em que não há influência da gravidade nem qualquer outra forma de aceleração.

Pouco depois, em 1907, Hermann Minkowski, que havia sido professor de Einstein na Universidade Técnica de Zurique, reinterpretou matematicamente o trabalho de seu ex-pupilo com uma sacada. Ele percebeu que era mais intuitivo entender a teoria da relatividade se o tempo passasse a ser considerado uma quarta dimensão, além das três do espaço (altura, largura e profundidade, grosso modo). Nasce aqui a ideia de espaço e tempo entrelaçados.

Não dá para se mover em um deles sem interferir em seu movimento no outro. Quando você está parado no seu frame de referência – o sofá –, todo o seu movimento é dedicado ao tempo. No instante em que você se levanta para pegar água, porém, uma porçãozinha do seu movimento no tempo precisa ser transferida para o seu deslocamento no espaço, até a cozinha. E então, o relógio gira um fiapo mais devagar para você.

Quanto mais rápido você se desloca no espaço, é claro, menos você se desloca no tempo. E a luz, que viaja à velocidade máxima do Universo, é o oposto de nós no sofá: se desloca exclusivamente no espaço. Da perspectiva dela, o tempo está parado, não existe. Se uma onda eletromagnética tivesse experiência subjetiva, ela veria todo o caminho do Sol até nossa pele como um instante só.

### **$E = mc^2$**

É claro que esse é um exercício de imaginação. É impossível alcançar a velocidade da luz. Não só pela limitação técnica óbvia – não existem motores e combustíveis com essa potência e eficiência –, mas

A luz só se  
desloca no  
espaço: de  
sua pers-  
pectiva, o  
tempo não  
passa. Se  
uma onda  
eletromagné-  
tica tivesse  
experiência  
subjetiva,  
ela veria  
todo o ca-  
minho do  
Sol até  
nossa pele  
como um  
instante só.

porque o próprio Universo não permite: só energia pura (ou partículas sem massa, como os fótons) têm a prerrogativa de “ver” o tempo parar. Se você é um ser com massa, dê adeus ao sonho.

Acontece o seguinte: do mesmo jeito que espaço e tempo eram coisas separadas na visão de Newton, matéria e energia também. Até onde o rapaz da maçã podia saber, massa só pode dar origem a massa, e energia só podia se converter em energia.

Até dá para transformar energia elétrica em energia térmica (é o que faz uma resistência de chuveiro) ou energia potencial gravitacional em energia cinética (um gatinho empurrando um vaso de cima da prateleira). Mas, apesar de todas as suas manifestações intercambiáveis, energia é um troço que não se perde nem se cria: sua quantidade permanece constante.

Essa foi mais uma ilusão que Einstein transformou em pó. Ele descobriu que massa pode se transformar em energia, e vice-versa. E descobriu que a quantidade de energia ( $e$ ) contida em um pedacinho de matéria é igual à massa desse pedacinho ( $m$ ) multiplicada pela velocidade da luz ao quadrado ( $c^2$ ) – que é um número estupidamente grande. Eis aí:  $e = mc^2$ . Qualquer átomo humilde contém em si um caminhão de energia em potencial; é por isso que uma bomba atômica faz tanto estrago.

Para um veículo atingir uma velocidade próxima à da luz, ele precisaria de uma quantidade homérica de energia. E o problema, agora sabemos, é que energia pesa. Quanto mais rápido você se desloca, mais sua massa aumenta e de mais energia você precisa para tirá-la do lugar e aumentar de velocidade ainda mais. Conforme o veículo se aproxima da velocidade da luz, sua massa tende





ao infinito e, portanto, exigiria energia também infinita para acelerar mais.

Bacana. E vai ficar mais legal. Mas, antes de continuarmos, pausa para um disclaimer: se tudo isso é verdade, então por que você vive em um mundo perfeitamente newtoniano – onde os relógios parecem todos concordar que é um certo horário?

A razão é que nada no nosso mundo se move com rapidez suficiente para exibir efeitos relativísticos. Nós estamos todos presos ao quadro de referência da superfície da Terra; nenhum veículo humano alcança sequer 1% da velocidade da luz. Nossos corpos e mentes evoluíram para lidar inconscientemente com a mecânica clássica, e é isso que a torna tão confortável. Para dar o próximo passo, porém, precisamos abandoná-la de vez. E dar ao espaço e ao tempo um protagonismo com que Newton nunca sonhou.

### A relatividade geral

Einstein havia resolvido a charada da luz *versus* um corpo a uma velocidade constante. Mas agora faltava dar conta da vida real – generalizar as equações da teoria para que ela se aplicasse a corpos que estão acelerando ou freando. Mudando de velocidade. E a aceleração, como Galileu já tinha sacado, tem tudo a ver com gravidade.

Vamos para outro experimento imaginário. Agora, você está em um elevador flutuando no vácuo do espaço sideral, distante de qualquer fonte relevante de gravidade. Naturalmente, você vai flutuar lá dentro. Não haverá nada para atraí-lo em nenhuma direção.

(Vale dizer que essa é uma idealização. Os astronautas que estão na órbita da Terra não flutuam porque estão em gravidade zero; flutuam porque estão

em queda livre em direção ao planeta. Acontece que a Estação Espacial Internacional nunca bate no chão porque sua velocidade tangencial – para “o lado” – a mantém rodando em torno do orbe.)

Porém, se o elevador começar a acelerar, você será pressionado contra o chão. De fato, se ele acelerar a exatamente  $10 \text{ m/s}^2$ , você será pressionado contra o chão com a mesma força com que a gravidade da Terra te atrai. Isso dará a ilusão de que o elevador não está mais no espaço. Você poderá andar lá dentro normalmente, porque seus pés estarão pressionados contra o chão – exatamente como suas costas são pressionadas contra o encosto do avião na decolagem, pela inércia.

Falando assim, aceleração e gravidade

parecem equivalentes – e são, tanto que essa constatação é conhecida como princípio da equivalência. Einstein chegou a essa conclusão sem fazer conta alguma. Ele realmente imaginou um elevador enquanto estava distraído no trabalho, e descreveria esse *gedankenexperiment* (“experimento mental”, em alemão) como o “pensamento mais feliz da minha vida”.

Para o próximo passo da explicação, voltemos rapidamente ao ensino médio. Se você desenhar um gráfico com dois eixos – x para o tempo e y para o espaço –, uma linha reta nesse gráfico representará um corpo a uma velocidade constante. Um carro que percorre sempre a mesma quantidade de metros a cada segundo. Por outro lado, se o →





carro estiver acelerando, a linha começa a se curvar, porque a quantidade de metros por segundo vai aumentando.

Einstein percebeu que o tecido do espaço-tempo também se curva. E que as curvas, como no gráfico, equivalem a acelerações.

Quando uma coisa pesada como a Terra ou o Sol está apoiada no espaço-tempo, ele afunda – do mesmo jeito que sua cama quando você se senta. Essa depressão faz as coisas (como nós e os demais objetos) se moverem em direção à Terra; do mesmo jeito que bolinhas de gude na cama rolarão na direção do seu traseiro. Ao se moverem, essas coisas ganham uma aceleração. Aceleração essa que as pressiona contra a superfície do planeta e gera o que nós chamamos de peso. Eis a gravidade.

E é por isso que aceleração e gravidade são indistinguíveis. Ambas são curvas no grande gráfico da realidade. Nas palavras do físico John Wheeler, “o espaço-tempo diz à matéria como se mover; a matéria diz ao espaço-tempo como se curvar”.

Lembre-se: a gravidade da Terra não estica só o espaço – dilata o tempo, também. Isso significa que os relógios também giram mais devagar onde há campos gravitacionais. Essa é a premissa do filme *Interstellar*, em que um astronauta passa algumas horas próximo a um buraco negro enquanto 23 anos se passaram na Terra.

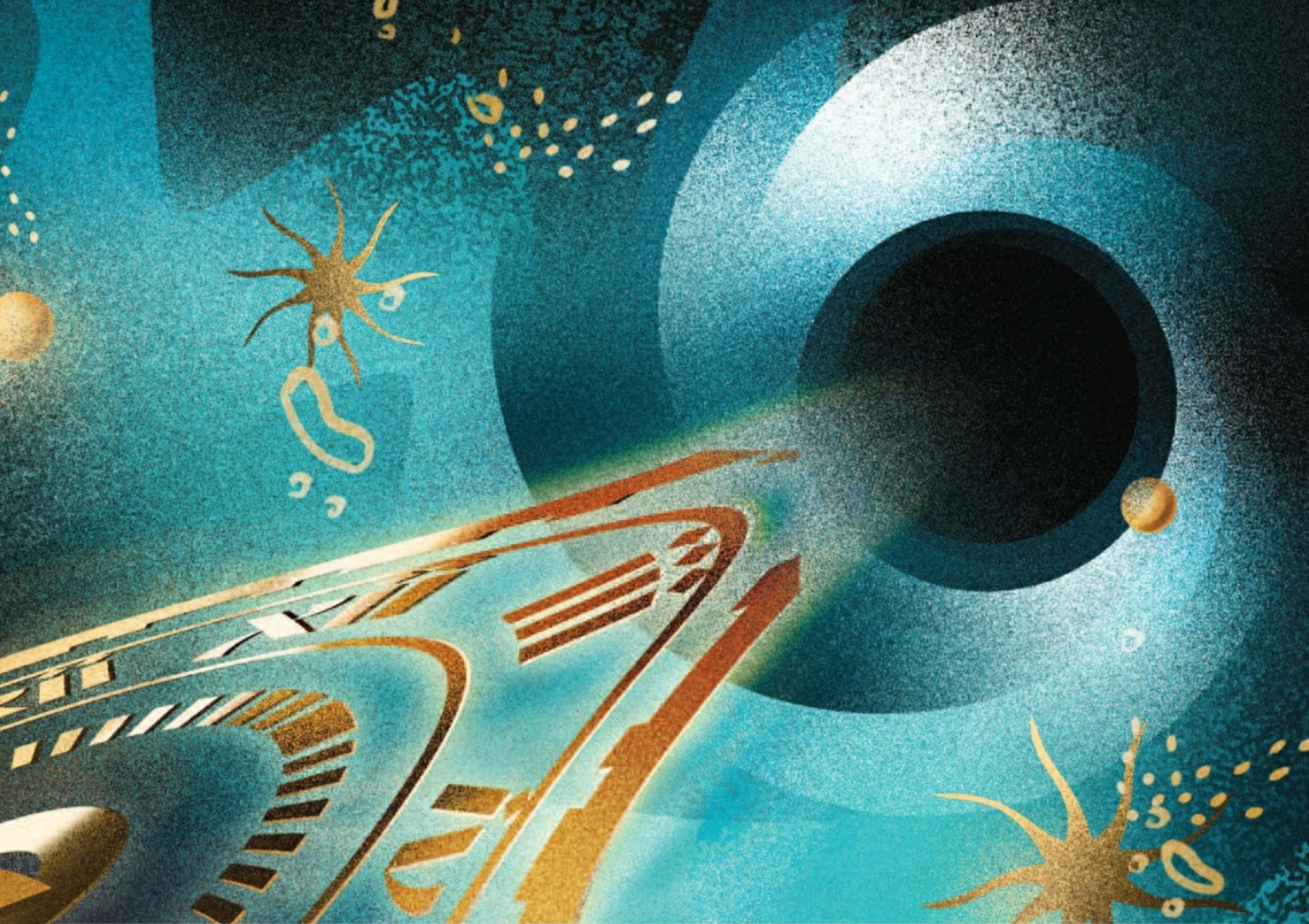
O centro do nosso planeta é dois anos e seis meses mais jovem que a superfície, exatamente porque a curvatura do espaço-tempo – a gravidade – é mais enfática lá no miolo. É pouco para um bólido de pedra que existe há 4,5 bilhões de anos, mas isso só prova o quanto os efeitos relativísticos são sutis na escala humana. Essa sutileza, porém, às vezes se manifesta de maneira inesperada no cotidiano.

Você já leu na *Super*, por exemplo, que os satélites de GPS precisam das equações das relatividades restrita e geral para funcionar. Isso acontece porque eles se deslocam muito rápido ao redor da Terra (o que dilata o tempo em 7 milissegundos por dia de acordo com a relatividade restrita) e estão mais distantes do centro do planeta do que nós (o que diminui o efeito da gravidade sobre os relógios e os faz girar 45 milissegundos mais rápido por dia).

Um buraco negro é um rasgo no espaço-tempo – uma curvatura tão extrema que as equações dão bug, como em uma divisão por zero na calculadora.







O resultado é que o relógio dessas naves bate num ritmo diferente do nosso – algo que, se não soubéssemos compensar com as equações de Einstein, tornaria impossível confirmar nossa posição no Uber, no IFood ou no Maps.

### O mundo se curva a Einstein

Einstein publicou a teoria da relatividade geral em 1915, após uma mãozinha – ou melhor, uma mãozona – do matemático e amigo Marcel Grossmann com a geometria não euclidiana necessária para descrever a curvatura do espaço-tempo.

As primeiras confirmações vieram logo depois, quando as equações do alemão deram conta de um fenômeno chamado periélio de Mercúrio (que a teoria da gravitação anterior, de Newton, não previa). Einstein também determinou que a massa do Sol curvaria a trajetória da luz das outras estrelas até nossos olhos por causa da distorção no espaço-tempo – algo verificado em 1921 durante um eclipse observado aqui do Brasil, na cidade cearense de Sobral.

Einstein criou o edifício em que se

sustenta a astrofísica contemporânea, e nas raras vezes em que o noticiário se volta para o céu, seu nome ainda está lá. O grande exemplo é a imagem do buraco negro M87\* feita pela iniciativa EHT – a rosquinha laranja que fascinou o mundo em 2019, e foi capa da *Super*. A foto mostra o disco de acreção dessa anomalia gravitacional, localizada no coração de uma galáxia há 53 milhões de anos-luz da Terra.

“Disco de acreção” é o nome que se dá à grande quantidade de gás e poeira que gira em torno do buraco, e que é lentamente incorporada por ele. Esse material se aquece estupendamente, liberando a radiação eletromagnética que permitiu aos astrônomos fazer a imagem. A imagem, por sua vez, confirmou que o disco segue as previsões da relatividade.

O problema é o meio da rosquinha. A parte escura. Os buracos negros são o desafio derradeiro do Universo ao trabalho do alemão. Quando uma estrela grande e moribunda entra em colapso, a relatividade geral prevê que uma parte de

seu material (parte que equivale a várias vezes a massa do nosso Sol) desaba sob o próprio peso e acaba concentrada em um ponto de densidade infinita.

Trata-se de um rasgo no espaço-tempo, uma curvatura tão extrema que as equações dão bug, como em uma divisão por zero na calculadora. Ali, a atração gravitacional é tão brutal que nem a luz escapa: se uma onda eletromagnética passar de um perímetro chamado horizonte de eventos, sua trajetória será forçada para dentro.

Esse ainda é um enigma pendente. Einstein passou o final de sua carreira atrás de uma “teoria de tudo” – um jeito de unificar a relatividade geral com a mecânica quântica, que é a área da física que descreve a natureza em escala microscópica, e assim entender melhor o que acontece no espaço infinitesimal da singularidade. Esse permanece sendo o Santo Graal da física contemporânea, e quem resolvê-lo terá lugar garantido no Monte Rushmore da ciência. Por ora, Albert permanece o físico mais influente (e descabelado) do século 20. **S**



TECNOLOGIA

A VERDADE SOBRE O

PS5

PRO







“P

*Ele é muito caro, e suas melhorias gráficas nem sempre são evidentes. Mas também é um salto tecnológico, que coloca a Sony em vantagem para a próxima geração. Confira o teste de 12 jogos no novo console – e entenda por que ele antecipa a principal arma do PlayStation 6.*

**Texto** Bruno Garattoni  
**Design** Laís Zanocco

“**PREÇO DO PS5 PRO** gera indignação global”, noticiou o site Eurogamer. “PS5 Pro é um erro?”, questionou o IGN. “Donos de PS5 Pro dizem que alguns games ficaram com imagem pior”, afirmou o Kotaku. O novo console da Sony sofreu um bombardeio da imprensa internacional, e foi alvo até de pegadinhas: alguns *streamers* transmitiram sessões de jogo, supostamente no PS5 Pro, que na verdade estavam rodando no PlayStation 5 normal (o objetivo da farsa, além de caçar cliques, era tentar mostrar que o Pro não apresentava melhorias gráficas). Essas críticas têm sua lógica – mas, ao mesmo tempo, não enxergam o cenário como um todo, e a real função do PS5 Pro no mercado de games.

Primeiro: a nova máquina é muito cara, sim. Custa US\$ 700 nos EUA, e R\$ 7.000 no Brasil; em ambos os casos, muito mais do que o PS5 normal (que lá está em promoção por US\$ 380, e aqui você encontra por volta de R\$ 3.000). O preço do novo console é um ponto crítico – especialmente considerando que o PlayStation 4 Pro, lançado em 2016, chegou custando US\$ 400, o mesmo valor do PlayStation 4 normal na época (que, no lançamento do irmão mais potente, caiu para US\$ 299).

Desta vez não foi assim: o preço aumentou bastante. “Nós acreditamos que o PS5 Pro entrega um valor excepcional aos jogadores”, responde Toshimasa Aoki, diretor de produtos da Sony Interactive Entertainment. Ele cita como argumento quatro características do console. Sua nova GPU (processador de vídeo), que é 45% mais potente e tem maior capacidade de *ray tracing* (renderização de luz usando física real); o SSD maior, com 2 terabytes de espaço (contra os 825 GB do PlayStation 5 padrão); o Wi-Fi padrão 7, mais rápido; e a tecnologia PlayStation Spectral Super Resolution (PSSR), que usa IA para aumentar a resolução da imagem na tela.

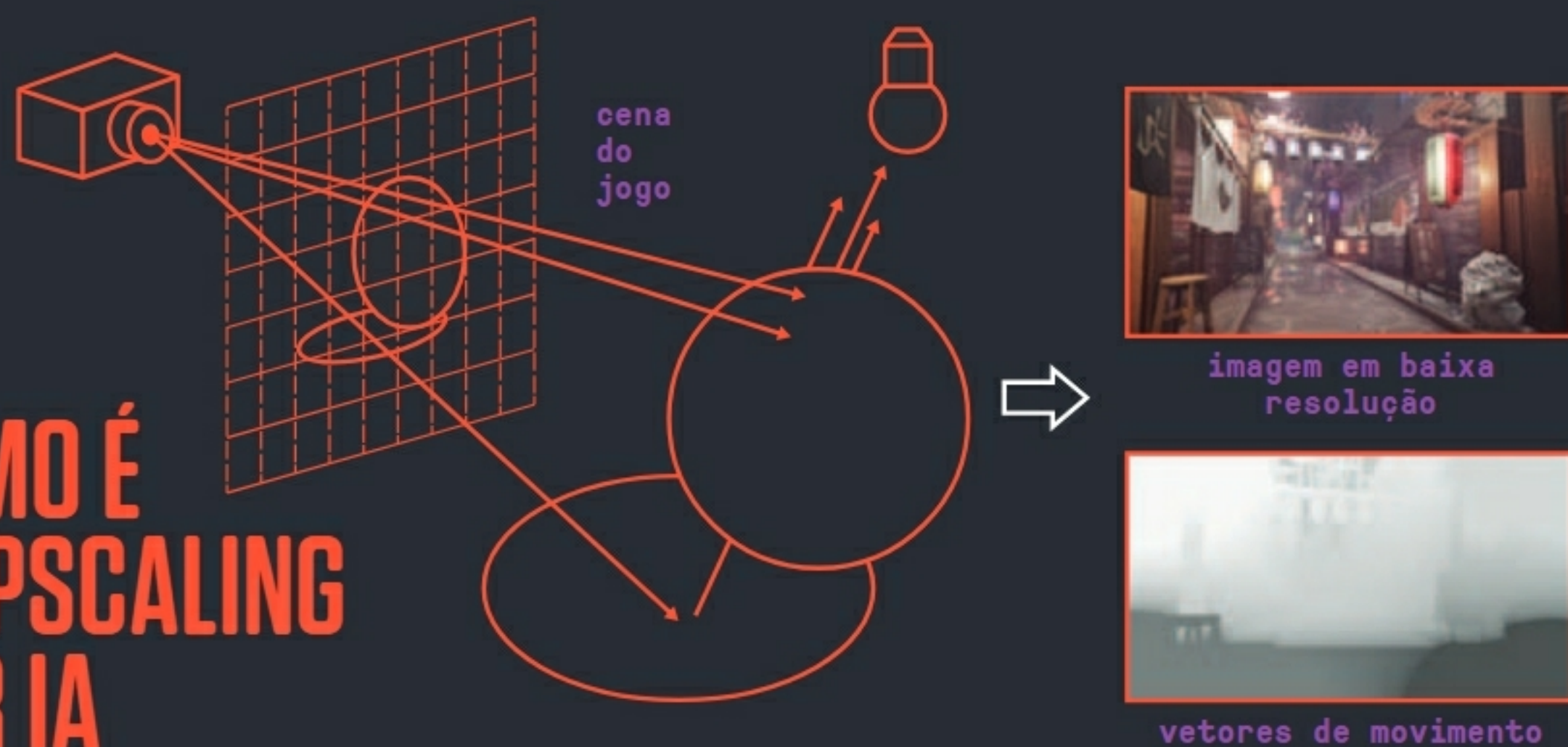
Se você colocar essas coisas na ponta do lápis, elas justificam parcialmente, mas não totalmente, o aumento de preço. Um SSD de alta velocidade (com pelo menos 5.500 MB/s de velocidade de leitura, o mínimo recomendado pela Sony para uso no PlayStation 5), com capacidade de 1 terabyte, custa de R\$ 600 a R\$ 800. Além disso, a GPU do PlayStation 5 Pro não é apenas mais rápida; também é fisicamente maior, pois tem 67% mais “unidades computacionais” – e isso custa dinheiro.

O chip de vídeo do PS5 Pro alcança 16,7 teraflops, ou seja, é capaz



# COMO É O UPSCALING POR IA

A Sony não revela como seu sistema funciona. Mas a Nvidia, que criou essa tecnologia, sim: usando um supercomputador e um algoritmo neural para melhorar a imagem dos games.



1

## A RENDERIZAÇÃO

O computador (ou console de videogame) gera as imagens do jogo: desenha milhões de figuras geométricas, que formam os objetos e personagens, aplica texturas e cores sobre eles, e calcula os raios de luz que incidem sobre a cena (*ray tracing*).

2

## OS ELEMENTOS

O computador ou console tem capacidade de processamento limitada, e por isso gera imagens com resolução mais baixa, de 480p a 1080p. Também calcula os vetores de movimento: dados que indicam em qual direção os objetos na tela estão se deslocando.

3

## 0 SUPERCOMPUTADOR

Fica num datacenter, e é mantido pela Nvidia (que criou a tecnologia de *upscaling* por inteligência artificial) ou por outras empresas. Ele roda o game numa resolução altíssima, 16K, e envia as imagens para o algoritmo de IA.

de executar 16,7 trilhões de operações matemáticas por segundo. Isso é 62% a mais do que o PS5 normal (10,28 teraflops). Um salto considerável, mas menor do que em gerações anteriores. O PS4 Pro, por exemplo, alcançava 4,2 teraflops, mais que o dobro do antecessor, o PS4, que atingia 1,84 teraflop – nove vezes mais do que o PlayStation 3 (204 gigaflops, ou 0,2 teraflop). Já o PS3 era 35 vezes mais potente do que o PlayStation 2.

Percebeu a tendência? A evolução por “força bruta”, com a indústria de games apostando em chips mais e mais poderosos, dá retornos cada vez menores. E isso tem a ver com as leis da física. Os processadores modernos já espremem dezenas de bilhões de transistores num espaço muito

pequeno. Isso torna cada vez mais difícil (e caro) aumentar a quantidade de circuitos nos chips.

Se você quisesse criar um console com oito vezes o poder computacional do PlayStation 5, por exemplo (para dar o mesmo salto que ele deu em relação ao PS4), precisaria incluir uma placa de vídeo RTX 4090, da Nvidia, atualmente a mais poderosa do mercado (82,5 teraflops). Mas ela é quase do tamanho de uma caixa de sapatos, gera muito calor e consome mais de 450 watts de energia – sem falar no seu preço, US\$ 1.600 (só a placa, sem incluir demais componentes). Seria completamente inviável usar algo assim num console de games.

Mas a indústria encontrou outra arma: a inteligência artificial. Ao

contrário do que acontece em boa parte das iniciativas envolvendo IA, não se trata de lorota. Ela realmente funciona, e seu efeito é transformador – abre um novo caminho para o futuro dos games.

## A ciência do upscaling

As telas digitais têm uma “resolução nativa”: geralmente, 1080p (Full HD), 1440p ou 4K. Esse número indica a quantidade de pixels (pontos) que a tela tem – e vai de 2 milhões de pixels, no caso das telas 1080p, até 8 milhões, nas 4K. Se você tentar exibir uma imagem cuja resolução seja inferior à nativa, ocorrerá o chamado *upscaling*: a resolução daquela imagem será aumentada artificialmente para preencher toda a tela. Isso é feito por um chip de vídeo embutido

na própria TV ou monitor.

O problema é que não fica bom. Se você tentar assistir a um DVD ou ver canais de TV aberta (cuja resolução é 1080p) numa televisão 4K, por exemplo, a imagem ficará borrada e com distorções, como serrilhamentos nos contornos dos objetos. Isso acontece porque o *upscaling* da TV é primitivo: ele simplesmente vai quadruplicando os pixels (ao lado de cada pontinho verde, por exemplo, adiciona mais três), sem levar em conta as características da imagem.

Em 2018, a Nvidia teve uma ideia para resolver isso: criou a Deep Learning Super Sampling (DLSS), uma tecnologia de *upscaling* que usa inteligência artificial. O processo, bem engenhoso [veja no infográfico acima], treina uma IA para que ela aprenda





imagem  
aumentada  
para 4K

imagem em  
resolução  
16K

feedback (realimentação)

4

## A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Um algoritmo de rede neural (o mesmo princípio de IA usado em bots como o ChatGPT) vai aprendendo, por tentativa e erro, a fazer o **upscaling**: aumentar a resolução da primeira imagem, de baixa resolução, deixando-a quase tão boa quanto a segunda (16K).

5

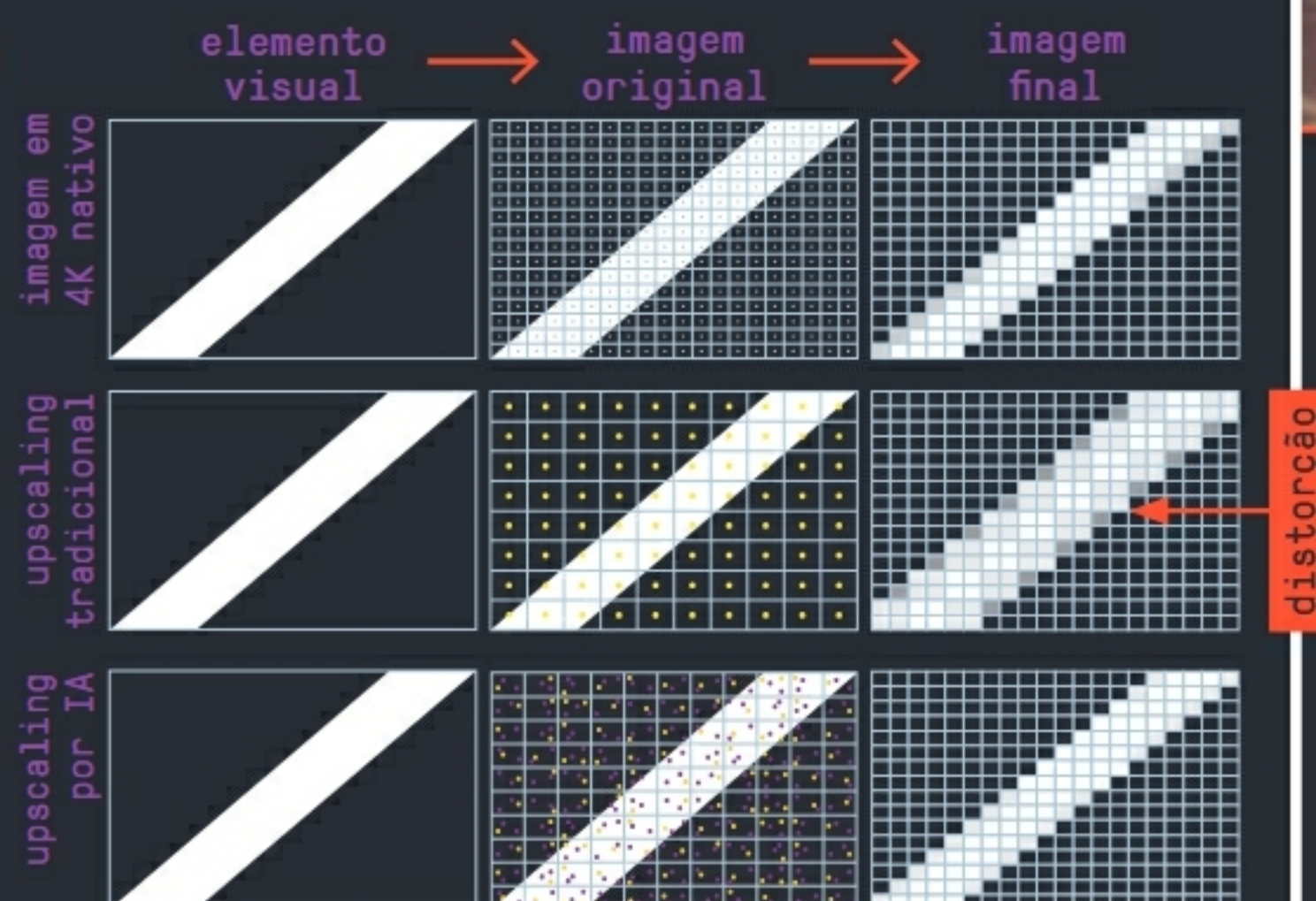
## O TREINAMENTO DA IA

O sistema compara o resultado com a imagem de alta resolução (16K), detecta eventuais erros (onde ele distorceu ou borrou elementos da cena, por exemplo) e vai se autocorrigindo. O processo é repetido milhares de vezes.

6

## A EXPORTAÇÃO

Esse processo de aprendizado da IA gera um **modelo**: um conjunto de instruções matemáticas que servem para aumentar a resolução das imagens. O modelo é simples e "leve" o bastante para rodar no computador (ou console de videogame) do usuário final.



a aumentar a resolução da imagem. O algoritmo recebe um vídeo de baixa resolução, faz o upscaling dele, e compara o resultado com outro vídeo idêntico, só que gerado em resolução altíssima (16K). Essa comparação é repetida milhares de vezes – a IA vai corrigindo e aperfeiçoando a si mesma.

A primeira versão da DLSS tinha problemas. Mas ela evoluiu muito nos últimos anos, e hoje é usada na maioria dos games para PC, gerando resultados praticamente perfeitos. A DLSS permite que o seu computador renderize um game a 720p ou 1080p, gastando menos processamento (e use o poder que sobra para colocar mais efeitos visuais e elementos na tela). Aí a inteligência artificial entra em ação, e transforma as imagens para 1440p ou 4K quase impecáveis. Na prática, é quase como se o PC tivesse uma placa de vídeo 400% a 800% mais potente. Um grande salto.

Porém, para que o sistema funcione, a placa ou chip de vídeo precisa ter circuitos especializados em rodar IA. E tanto o PlayStation 5 quanto o Xbox Series X/S, que usam chips produzidos pela AMD, não têm isso. A AMD até criou um algoritmo de upscaling, o

7

## O RESULTADO

O modelo roda no PC (ou console) em tempo real, **aumentando a resolução das imagens para 4K**. O resultado fica quase perfeito, como se a cena realmente tivesse sido gerada em 4K. A imagem não fica borrada ou pixelada, como no upscaling tradicional.

COM RAY TRACING



SEM RAY TRACING



8

## OS BENEFÍCIOS

O upscaling por IA permite que os jogos sejam renderizados em resoluções mais baixas, que não sobrecarregam o PC ou console. Com isso, os desenvolvedores de games podem criar jogos mais sofisticados, com **cenários mais detalhados** e maior uso de **ray tracing**, e mesmo assim rodá-los a 60 quadros por segundo (fps).



# 67%

é o aumento no número de “unidades computacionais” na GPU do PS5 Pro. Isso aumenta o poder do console – mas, como o chip é fisicamente maior, também encarece o console.

FidelityFX Super Resolution (FSR), que dá um gás adicional aos consoles.

Mas ele não usa inteligência artificial, e por isso não gera resultados tão bons: as imagens processadas pelo FSR, que está presente em muitos games lançados nos últimos anos, costumam apresentar duas distorções típicas. Objetos e elementos pequenos, como detalhes dos cenários, podem cintilar (piscar) quando a cena se move. E o principal, e mais incômodo, é o efeito de “esfarelamento”: elementos que se deslocam rápido na tela (os braços ou o cabelo do protagonista, por exemplo) são visualmente instáveis, e parecem se desmanchar durante o movimento. Efeitos colaterais do FSR.

A tecnologia PlayStation Spectral Super Resolution (PSSR) promete resolver esses problemas, pois utiliza inteligência artificial – a GPU do PlayStation 5 Pro tem circuitos dedicados a ela. Em tese, o sistema de IA da Sony pode alcançar resultados perfeitos, como os obtidos pela DLSS. Será? Para descobrir, testei 12 dos (mais de 50) jogos que já receberam atualizações para o PlayStation 5 Pro. Comparei cada um com o mesmo game, rodando num PlayStation 5 normal, na mesma TV. Todos os jogos foram executados no modo “Performance”, a 60 fps.

Começo com *F1 24*, em que o PlayStation 5 Pro mostra clara vantagem. Os reflexos de luz nos carros são renderizados a 60 fps, a mesma velocidade do resto do jogo (não são mais lentos, como ocorre com esse game no PS5 normal e no Xbox Series). Em corridas na chuva, os carros levantam bem mais “spray” de água da pista, e os pingos estouram ao cair no carro (no PS5 normal, simplesmente somem). Nos GPs noturnos, a iluminação e as sombras, geradas via *ray tracing*, são mais bonitas; na pista da Arábia Saudita, os prédios em volta refletem a luz (no PS5 normal, eles são opacos). Somando tudo, um bom avanço.

Já em *Spiderman 2*, o resultado é oposto. É bem difícil notar diferença entre PS5 e PS5 Pro. Ela até existe (alguns detalhes pequenos dos cenários são mais nítidos), mas é bem discreta. Isso também vale para *Horizon Forbidden West*, que parece idêntico – e muito bonito – nos dois consoles. Em *God of War Ragnarok*, também não consigo enxergar melhorias. O jogo tem taxa de quadros destravada, e por isso alcança 90 fps (contra 80 fps do PlayStation 5 normal). Uma diferença mínima, quase irrelevante.

Em *The Last of Us: Part II*, o PS5 Pro mostra vantagem (a grama dos cenários e o cabelo

dos personagens são um pouco mais nítidos), mas nada demais. Abro *Ratchet & Clank* sem esperar muito, e me surpreendo: a densidade de elementos (fogos de artifício, naves espaciais, confete voando no ar) é claramente mais alta que no PS5 normal. Mas não é algo transformador, que valha a pena, como em *F1 24*.

Há um ponto em comum entre *Spiderman 2*, *Horizon*, *God of War*, *The Last of Us* e *Ratchet & Clank*: todos eles foram produzidos por estúdios da Sony, e já haviam sido muito bem otimizados para rodar no PlayStation 5 normal.

Esse não é o caso de *Star Wars: Jedi Survivor*:

um jogo pesado, que os consoles atuais sofrem para rodar. Ele se sai muito bem no PS5 Pro, praticamente eliminando os problemas de cintilação e esfarelamento que afetam esse game no PS5 normal (e no Xbox Series). Também tem *ray tracing*, que deixa os cenários noturnos mais bonitos, no novo console.

O upscaling por IA não é perfeito: em cenários ao ar livre, a tonalidade de certas plantas às vezes oscila levemente. Essa questão gerou polêmica na internet, com internautas alegando que a imagem do game ficou pior no PS5 Pro. Não é verdade. A tal oscilação







Alguns jogos, como *F1 24*, *Jedi Survivor* e *Final Fantasy 7 Rebirth*, rodam bem melhor no novo console; em outros, como *Spider-Man 2* e *God of War*, a diferença é menos significativa.

Imagens Reprodução / EA, Square Enix e Sony

## E O 8K?

O PS5 Pro roda jogos nessa resolução, mas são poucos. Entenda por quê.

Dos mais de 50 jogos atualizados para o PS5 Pro, seis são capazes de rodar na resolução 8K: *F1 24*, *Gran Turismo Sport*, *No Man's Sky*, *The Callisto Protocol*, *Redacted* e *The Tourist*. A grande maioria dos desenvolvedores de games não se preocupou em habilitar o modo 8K, por uma razão óbvia: embora já estejam no mercado há cinco anos, as televisões dessa resolução ainda não se popularizaram. Isso acontece porque elas são caras e ocupam muito espaço – o olho humano só consegue discernir as vantagens da resolução 8K em telas muito grandes, a partir de 65 polegadas, vistas bem de perto (você precisa sentar a menos de 2 metros da TV).

só ocorre de vez em quando – no geral, *Jedi Survivor* roda bem melhor no novo console do que no PS5 normal.

Isso também vale para o jogo de ação *Stellar Blade*. Assim como *Jedi Survivor*, ele foi feito na plataforma de desenvolvimento Unreal Engine, que resulta em games muito bonitos, mas bem pesados também. O PS5 Pro resolve os problemas de cintilação (com pequenos detalhes do cenário “piscando”) que afetam *Stellar Blade* no PS5.

*Hogwarts Legacy*, por outro lado, já roda bem no PS5 normal. Então, no Pro, o ganho não é tão grande. Em salas fechadas, os reflexos do piso são mais realistas (graças ao uso de *ray tracing*) e, fora delas, as folhas da grama parecem mais nítidas. Ok, mas nada demais.

*Gran Turismo Sport* ganhou uma melhoria importante no PS5 Pro: o *ray tracing* fica ativo também durante as corridas (no PS5 normal, ele só era usado nos replays das corridas). Isso deixa os reflexos de luz nos carros um pouco melhores, sim – mas o jogo já era tão bonito no console normal que não chega a fazer tanta diferença. O mesmo acontece em outro jogo de corrida, *The Crew: Motorfest*, cujos cenários ganham um pouco de detalhes no PS5 Pro, mas a melhoria é difícil de notar.

Finalizo os testes com *Final Fantasy 7 Rebirth*, no qual o PS5 Pro demonstra a maior vantagem. Tudo, dos detalhes do personagem aos elementos dos cenários, é muito mais nítido no novo console – no PS5 normal, esse game

parece meio borrado (isso acontece porque ele é renderizado numa resolução baixa e aí passa por upscaling convencional, sem IA).

Resumindo, é o seguinte. Em jogos *first party* (produzidos pela própria Sony), que já rodam muito bem no PS5, a vantagem do PS5 Pro é relativamente sutil. Já em certos *third parties* (títulos desenvolvidos por outras produtoras), especialmente os mais pesados e/ou menos otimizados para o PS5, o novo console é claramente melhor. Mas não 130% melhor – que é a diferença no preço dele em relação ao PS5 normal.

Se você tem um PlayStation 5, ou pensa em comprar um, ele continua sendo uma ótima pedida. O PlayStation 5 Pro não é, nem de longe, tão atraente quanto foi o PS4 Pro (uma revisão do PS4 turbinada para rodar nas televisões 4K). A grande maioria dos jogadores continuará com o PS5 normal. E a Sony provavelmente sabe disso.

A real missão do PS5 Pro é outra: colocar no mercado, e nas mãos dos desenvolvedores de jogos, a tecnologia PlayStation Spectral Resolution. Eles terão tempo para aprender a dominá-la, ao mesmo tempo em que a Sony irá aperfeiçoando a PSSR (assim como a DLSS, da Nvidia, ela aceita atualizações). Quando o PlayStation 6 for lançado, daqui a alguns anos, trará uma nova geração de jogos, já fazendo perfeito uso do upscaling por IA – e prontos para, aí sim, dar o próximo grande salto da indústria de games. **S**



# HAM- BÚRGUER DE PROVETA

A carne animal cultivada em laboratório promete mitigar emissões de gases de efeito estufa e suprir a demanda crescente por proteína mundo afora. Mas estudos recentes mostram que a tecnologia não é uma panaceia – e, em seu estágio atual, consome mais energia que a pecuária tradicional. Entenda os prós, os contras e o futuro dessa promessa.





Texto Maria Clara Rossini

Ilustração Felipe Del Rio

Design Luana Pillmann

Edição Bruno Vaiano







**POUCOS LUGARES NO MUNDO JÁ** serviram carne de animais que não foram mortos. Por tempo limitado, o restaurante 1880 e o açougue e bistrô Huber's, em Singapura, ofereceram frango cultivado em laboratório. A cidade-estado asiática foi o primeiro país do mundo a aprovar a venda desse tipo de produto, em 2020. Por lá, uma filial da empresa americana Eat Just fabrica os frangos a partir da multiplicação de células de galinhas vivas.

Pouco tempo depois veio o aval da FDA, agência de vigilância sanitária dos Estados Unidos, em 2023. O frango de laboratório já apareceu no menu do Bar Crenn, em São Francisco, e do China Chilcano, em Washington D.C. – novamente, por tempo limitado. Somando os clientes dos restaurantes (e mais alguns investidores, influencers e pesquisadores), pouquíssimas pessoas já experimentaram essa iguaria futurista.

Vale lembrar que os hambúrgueres do futuro e frangos incríveis encontrados nos supermercados brasileiros não são carne cultivada em laboratório. Eles têm origem 100% vegetal – o aroma, a textura e a aparência de carne vêm de uma série de aditivos, além de técnicas industriais e culinárias que não dependem de animais.

Já o frango servido nesses estabelecimentos seletos dos EUA e de Singapura é completamente diferente. A carne é, de fato, animal. A diferença básica entre um filé convencional e o

cultivado é que, no primeiro caso, as células crescem dentro da própria galinha; no segundo, elas se multiplicam em laboratório. Uma exige o abate do animal para o consumo; a outra, não.

Galinhas à parte, o principal foco dos pesquisadores que desenvolvem essa técnica é a carne bovina. A pecuária é responsável por 7,4% das emissões mundiais ① de gases geradores de efeito estufa. O desmatamento para a produção de soja (que vira ração) e pasto (para abrigar gado) reduz a capacidade das florestas de absorver carbono. Além disso, o sistema digestivo dos bois não está exatamente preocupado com a crise climática: esses animais liberam metano ( $\text{CH}_4$ ) no ambiente na forma de puns abundantes.

“A agricultura celular está dando

---

## AS CÉLULAS SÃO COLETADAS POR BIÓPSIA, SEM NECESSIDADE DE MATAR O ANIMAL.







Diferentes tipos de carne podem ser produzidos a partir de células de gordura, músculo, estruturais etc. As opções vão de hambúrguer a foie gras.

uma guinada agora justamente porque existem problemas que a gente precisa resolver”, diz Mariana Ueta, socióloga e pesquisadora de novas tecnologias alimentares na Universidade de Wageningen, Holanda. “Para as mudanças climáticas, o uso da terra e as emissões de carbono, essa tecnologia pode ajudar.” O cultivo de filés também pode dar mais autonomia a países que não têm território suficiente para alimentar a própria população.

O interesse de Singapura em startups de carne cultivada é justamente aumentar a soberania nacional. O plano de governo “30 por 30” prevê que a ilha passe a produzir 30% dos alimentos que consome até 2030. Para atingir essa meta e ainda manter o consumo de carne, o território – que tem metade do tamanho do município de São Paulo – não pode depender da pecuária extensiva.

O mesmo vale para Hong Kong e Israel, que aprovaram, respectivamente, foie gras e carne bovina cultivada em 2024. Apesar da aprovação nesses países, a

carne de laboratório ainda não está nas prateleiras de supermercado – e mesmo os restaurantes não mantêm o item fixo no cardápio. “Pode levar anos desde a aprovação até a comercialização”, diz Alysson Soares, head de políticas públicas do The Good Food Institute Brasil (GFI), uma ONG em prol das proteínas alternativas. Atualmente, o principal desafio da carne cultivada é a produção em massa.

### Fazenda de células

A primeira carne cultivada surgiu em 2013. O cientista Mark Post, da Universidade de Maastricht, dedicou sua carreira a desenvolver um hambúrguer a partir de algumas poucas células retiradas de um boi. A empreitada custou 215 mil libras esterlinas na época, o que equivale a R\$ 2,17 milhões em valores atuais. A primeira degustação, feita por críticos gastronômicos, foi transmitida na TV britânica.

“Naquela época, ele estava desenvolvendo a ciência por trás de fazer um hambúrguer do zero”, diz Ueta. Desde então, diferentes empresas de biotecnologia entraram no ramo, e houve um barateamento dos insumos e meios de cultivo da carne – que, apesar de cara, se tornou acessível para um público seletivo. O sanduíche de frango cultivado servido no Huber’s, por exemplo, custava 18,50 dólares de Singapura (R\$ 80) em 2023.

Seja de boi ou de galinha, a lógica por trás da produção da carne é a mesma. As primeiras células são colhidas por meio de uma biópsia ou pela raspagem da gengiva ou pele de um animal vivo. Essa amostra contém diferentes tipos de células: músculo, gordura, pele e até células-tronco. Os produtores estão interessados nestas últimas, que ainda não estão especializadas em uma única função (as células-tronco podem se transformar em qualquer tipo de célula). Em laboratório, elas são isoladas das demais.

As melhores são inseridas em tanques chamados biorreatores, que fazem o papel do corpo do animal. Eles têm a temperatura e o pH de que a célula precisa para se multiplicar, além de aminoácidos, vitaminas, minerais e outros nutrientes que os animais geralmente adquirem por meio da alimentação.

Hormônios introduzidos no meio →



de cultivo induzem a diferenciação e o crescimento das células. Dependendo das moléculas postas ali, genes específicos se ativam ou desativam – e as células-tronco vão se transformando em tecido muscular, gordura e fibroblastos (células estruturais), dentre outros tipos que compõem um pedaço de carne.

Um dos fatores de crescimento mais utilizados – tanto na carne cultivada quanto em outras pesquisas que envolvem a multiplicação de células em laboratório – é algo chamado “soro fetal bovino”. Ele contém uma combinação ideal de hormônios que faz as células se multiplicarem. O problema é que, como o nome já diz, esse soro vem do sangue do coração do feto após o abate de uma vaca grávida – o que significa que a carne cultivada ainda não é uma alternativa isenta de sofrimento animal.

O soro é usado desde os anos 1950 no cultivo de células *in vitro* – e é crucial para o desenvolvimento de novos medicamentos e vacinas, por exemplo. Mas uma coisa é utilizá-lo em pesquisas, e outra é aplicá-lo em escala industrial. Além da questão ética, o soro fetal é extremamente caro, correspondendo em média a 60% dos custos de obtenção de meio de cultivo ②. O meio de cultivo, por sua vez, é a parte mais cara da produção. Essa é a maior barreira ao barateamento da carne cultivada.

“Uma das principais investigações que existem no momento é definir quais outros elementos poderiam ser maturógenos [para substituir o soro]”, diz Amanda Leitolis, bióloga especialista em carne cultivada do GFL. “Precisamos selecionar algo que mimetize o efeito dos hormônios. Pode ser um vegetal, um fungo ou alguma coisa da natureza que consiga fazer a mesma sinalização na célula.” Essas alternativas existem,

A carne cultivada consome menos água e área de solo em comparação à tradicional. Mas vem com um alto custo energético.



## SINAL VERDE

Saiba quais países já aprovaram a venda de carne feita em laboratório.

AGOSTO

2013

Mark Post apresenta ao público o primeiro hambúrguer cultivado, na Holanda. Hoje, o país só permite degustações.

DEZEMBRO

2020

Singapura se torna o primeiro país a aprovar a venda de carne cultivada de frango, da empresa californiana Eat Just.



# PARA ALIMENTAR O MUNDO APENAS COM CARNE CULTIVADA, PRECISARÍAMOS DE UMA NOVA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.



mas raramente são tão eficientes quanto o soro animal.

A última etapa é montar o produto. As células diferenciadas viram ingredientes para carne moída, hambúrguer, linguiça, nuggets, foie gras etc. Cortes estruturados (como um filé ou peito de frango) são os mais difíceis de reproduzir, pois exigem moldes específicos para a adesão das células.

“Eu posso ter proporções de gordura diferentes, escolher o tipo de gordura”, diz Leitolis. “Tem a possibilidade de customização [...] Não só para ter um produto mais saudável mas também para direcioná-lo para populações específicas – por exemplo, pessoas que têm alguma deficiência e precisam de um produto com determinada textura ou certos nutrientes.”

## O peso da carne cultivada

Outro obstáculo é o tamanho dos biorreatores – os equipamentos em que as células se multiplicam. Todos os que existem hoje no mundo, juntos, têm capacidade de 15 milhões de litros. Para suprir 1% do consumo de carne dos

Estados Unidos, seriam necessários 120 milhões de litros. E, se quiséssemos alimentar o mundo apenas com carne cultivada, precisaríamos de 60 bilhões, segundo uma estimativa da empresa Ark Biotech. Ou seja: precisamos de outra revolução industrial.

Um relatório produzido pela GFI estima que, até o fim de 2026, a capacidade de produção somada de todas as empresas de carne cultivada será menor que a de um único abatedouro dos Estados Unidos ③.

“A tecnologia hoje ainda não permite uma escalabilidade massiva”, diz Soares. “As pesquisas estão vindo para entendermos se devemos fazer um escalonamento vertical [*uma indústria com poucos biorreatores de grande capacidade*], ou horizontal [*muitos biorreatores com menor capacidade*].”

Outro problema são os hormônios e nutrientes que precisam estar presentes no meio de cultivo. Os aminoácidos, que são as pecinhas químicas que constroem as proteínas, são obtidos usando a mesma abordagem da indústria farmacêutica. “Eu produzo microrganismos em laboratório, eles fabricam os aminoácidos que eu quero, e eu os coloco no meio de cultivo”, diz Leitolis. Esse processo é custoso. Para baratear e escalar a produção, os nutrientes deveriam ser obtidos por meio de culturas agrícolas.

Mesmo em Singapura, que deu o pontapé na venda de carne cultivada, a capacidade de produção ainda é muito limitada: em 2023, a Eat Just produzia de 2 kg a 3 kg de frango cultivado por semana para fornecer ao Huber's – o que não está nem perto de suprir a demanda total do restaurante. O frango era servido uma vez por semana, com lugares reservados.

Mesmo com esses empecilhos, os →

JUNHO  
**2023**

Os Estados Unidos aprovam a venda de frango cultivado das empresas Eat Just e Upside Foods.

JANEIRO  
**2024**

Israel aprova a venda de carne bovina cultivada da empresa israelense Aleph Farms.

JULHO  
**2024**

O Reino Unido se torna o primeiro país europeu a aprovar carne cultivada em ração animal, da empresa Meatly.

NOVEMBRO  
**2024**

Hong Kong é o país mais recente a liberar a venda de foie gras cultivado, da empresa australiana Vow.





## SINAL VERMELHO

Três pontos que dificultam a escalabilidade da carne cultivada

**1 MEIO DE CULTIVO**  
O soro fetal bovino é a principal substância utilizada para estimular a multiplicação de células. Um litro de soro chega a custar R\$ 10 mil, o que encarece a carne cultivada – e as alternativas mais baratas não funcionam tão bem.

**2 BIORREATORES**  
Dentro dos biorreatores, as culturas de carne só podem crescer até um certo tamanho antes de algumas células começarem a morrer. Por isso, há necessidade de um grande número desses equipamentos para atender à demanda.

**3 CONSUMO ENERGÉTICO**  
Os nutrientes do meio de cultivo – como os aminoácidos necessários para as células fabricarem proteínas e se multiplicarem – são obtidos com técnicas da indústria farmacêutica que são dispendiosas e contribuem para encarecer o resultado final.

defensores dessa tecnologia argumentam que os esforços para aumentar a produção valem a pena. É inegável que a carne cultivada exigiria um menor uso de terra e água em comparação à carne convencional, além de emitir menos gases do efeito estufa. Uma pesquisa publicada no *The International Journal of Life Cycle Assessment* estima que, se a carne bovina cultivada atingir escala comercial até 2030, sua produção exigirá 90% menos solo, emitirá 92% menos CO<sub>2</sub> e consumirá 66% menos água ④.

Por outro lado, esse mesmo estudo mostra que a produção da carne em laboratório exigiria 58% mais energia do que a carne convencional bovina. Esse alto consumo vem não só do uso de biorreatores mas também da produção dos insumos farmacêuticos usados no cultivo. E isso é um problema, considerando que 80% da matriz energética mundial é composta de fontes não renováveis ⑤.

Uma outra pesquisa da Universidade da Califórnia em Davis, que ainda não foi publicada em um periódico especializado, calculou que a produção de 1 kg de carne cultivada com as técnicas disponíveis hoje pode emitir de quatro a 25 vezes mais CO<sub>2</sub> em comparação à carne convencional se não houver mudanças

na fabricação dos insumos necessários – especialmente do caríssimo meio de cultivo, feito com o soro fetal. ⑥ De toda forma, é pouco provável que a produção da carne de laboratório se mantenha nos moldes atuais, devido à inviabilidade econômica dos processos.

“Se no futuro a gente tiver processos mais otimizados – que já usam menos energia em si – e mais fontes de energia renovável, essas tecnologias [de cultivo de carne] têm muito potencial para se beneficiarem”, diz a socióloga Mariana Ueta. Ela explica que a transformação de tecnologias alimentares deve ser acompanhada

# A PRODUÇÃO DE CARNE DE LABORATÓRIO EXIGE 58% MAIS ENERGIA QUE A CONVENCIONAL.

**Fontes** ① Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura; ② artigo “Analysis of commercial fetal bovine serum (FBS) and its substitutes in the development of cultured meat”; ③ Trends in cultivated meat scale-up and bioprocessing; ④ artigo “Ex-ante life cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030”; ⑤ International Energy Agency; ⑥ artigo “Environmental impacts of cultured meat: A cradle-to-gate life cycle assessment”; ⑦ OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030.







O consumo de proteína de origem animal deve crescer 14% até 2030. As empresas de carne cultivada dizem que ela viria para preencher esse vão.

de uma transição energética.

Mesmo com fontes de energia renováveis, porém, a carne cultivada não seria uma bala de prata contra a crise climática. O mais provável é que a carne convencional e a cultivada coexistam no mercado. O Órgão das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, a FAO, estima que o consumo de proteína de origem animal cresça 14% até 2030 <sup>7</sup>. Segundo as projeções da ONU, teremos 2 bilhões de bocas a mais para alimentar em 2050.

Os defensores da carne cultivada dizem que ela viria para preencher esse vão. “Agora é mantra das companhias dizer que não existe competição com os produtores convencionais”, diz Ueta. “Eles só vão acrescentar, porque a demanda já está crescendo de qualquer forma.”

Tanto é que as gigantes brasileiras do setor de carne, JBS e BRF, também estão desenvolvendo carne cultivada. O JBS Biotech Innovation Center, centro de pesquisa que está sendo construído em Florianópolis, será dedicado a essa tecnologia.

Na prática, é difícil prever como a proteína cultivada será incorporada às nossas dietas. Em vez de se tornar uma alternativa à carne convencional, é possível que ela estimule o consumo em excesso. “Dando uma maior possibilidade das pessoas comerem carne, às vezes quem comia carne uma vez por dia pode passar a comer cinco vezes por dia”, diz Ueta.

Essa mudança de hábito teria implicações para a saúde, já que a carne cultivada não anula os malefícios já conhecidos da carne vermelha. “As principais doenças relacionadas ao alto consumo de carne vermelha são diabetes, câncer e doenças cardiovasculares, sendo que estas duas últimas são as que mais matam no Brasil e no mundo”, diz a nutricionista Aline de Carvalho, que coordena o projeto Sustentarea, da USP.

Esses problemas estão associados ao perfil nutricional da carne, seu teor de ferro, a quantidade de gordura e os modos de preparo mais comuns. “Não é por ser de origem natural ou de laboratório que isso vai diminuir.”

No momento, a parceria da Eat Just com o Huber’s segue por uma via inusitada, que pode ditar o rumo da indústria: a união da carne cultivada com produtos de origem vegetal. Em maio de 2024, o açougue passou a vender frango com apenas 3% de células cultivadas. O resto é proteína de plantas.

Esse é o primeiro produto feito com células cultivadas disponível nas prateleiras de um mercado, e não em restaurantes. O valor é de 7,20 dólares de Singapura (o equivalente a R\$ 30) por 120 gramas. Enquanto os problemas industriais não são resolvidos, essa foi a maneira encontrada para reduzir os custos e aumentar a disponibilidade da carne cultivada.

O futuro reserva dois caminhos possíveis. Com uma evolução tecnológica drástica nos processos disponíveis à indústria e nas fontes de energia renováveis, a carne cultivada pode se tornar o padrão – e a carne de matadouros passaria a ser um luxo excêntrico. Outra opção, é claro, é a carne convencional permanecer mais acessível – e a carne de laboratório manter seu status de produto restrito à elite financeira, com um aumento humilde na produção. O jeito é esperar os próximos capítulos. **S**



SOCIEDADE



.....  
A GEOPOLÍTICA dos  
.....

# PANDAS

Texto Bruno Carbinatto • Ilustração Ana Kozuki • Design Caroline Aranha • Edição Bruno Vaiano





*Esses gorduchos escaparam da extinção e se tornaram a principal face da luta pela conservação de animais ameaçados. Mas o envio dos bichos para zoológicos fora da China tem uma face política. Entenda o que é a “diplomacia do panda” – e o que os devoradores de bambu revelam sobre as alianças e inimizades de Pequim.*

**N**O ANO DE 685, a imperatriz Wu Zetian – única mulher a comandar a China Imperial em seus mais de dois mil anos de existência, conhecida por suas reformas e modernizações do governo chinês – decidiu enviar presentes para o imperador do Japão, a fim de estreitar a relação diplomática entre os dois países. O regalo escolhido consistia em dois “ursos brancos” vivos, além de 70 peles do mesmo animal.

Como você deve saber, não há ursos polares na China. O registro, então, provavelmente se refere ao envio de ursos pandas. Esse é possivelmente o episódio mais antigo registrado em que esses

animais foram usados como agradios diplomáticos, para reforçar a amizade com nações aliadas.

Faz todo sentido, é claro. Há demonstração de amor maior do que dar de presente os gordos, extremamente fofos e raríssimos ursos preguiçosos e desengonçados? Desconhecemos.

A humanidade é obcecada por pandas desde a Antiguidade – alguns membros da realeza chinesa chegaram a ser enterrados junto com os ossos desses bichos. Hoje, eles estão por toda parte: em filmes, desenhos, pelúcias, broches e, claro, nos infinitos vídeos nas redes sociais que consistem em nada mais do que pandas comendo, caindo de árvores, rolando no chão e, bem, sendo fofos.

É uma expressão cultural e tanto para um animal que só existe em um pedacinho da China e que soma uma população de pouco mais de 2 mil indivíduos no mundo todo. É que, além de serem encantadores, os pandas se tornaram uma espécie de símbolo internacional da luta pela conservação das espécies.

Ao redor do mundo, cientistas, ativistas, zoológicos, universidades e governos se uniram nas últimas décadas para salvar a espécie, no que, talvez, seja a colaboração internacional mais bem-sucedida da história do ambientalismo. Hoje, os pandas não estão mais em risco grave de extinção. E salvá-los não é uma cruzada inocente do governo chinês.

Milênios depois de Wu Zetian, o país ainda usa os seus ursos como uma ferramenta de *soft power*, enviando-os como presente em troca de alianças – e lucrando com isso. A política é tão cristalizada que ganhou um nome dos estudiosos das relações internacionais:





“diplomacia do panda”. Vamos entender como ela se desenvolveu.

### Come e dorme

Oito espécies de ursos compõem a família *Ursidae*. Entre todas, a *Ailuropoda melanoleuca* – o panda – foi a que se separou mais cedo do ancestral comum do grupo, há milhões de anos. Por isso, os comedores de bambu pretos e brancos são bastante diferentes de seus primos polares, pardos ou negros.

Uma diferença notável – e bastante curiosa – é a dieta. Enquanto os outros ursos são onívoros com preferência à carne (sim, o Pooh estava certo, eles também gostam de mel), a evolução fez dos pandas máquinas de comer

bambu. A planta compõe 99% da dieta desses rechonchudos.

Suas patas têm uma estrutura visualmente semelhante a um polegar que ajuda a agarrar e arrancar os caules duros, além de dentes molares grandes e uma mandíbula forte para mastigá-los. Seu corpo consegue digerir o amido abundante da refeição e tem enzimas que metabolizam os compostos de cianeto do bambu cru, que são tóxicos.

Por outro lado, o sistema digestivo dos pandas é muito mais parecido com o de um carnívoro do que de um herbívoro. A comida passa pelo trato digestivo do urso em um período curto, de cerca de dez horas, enquanto as vacas, por exemplo, demoram 24 horas para transformar o mato em cocô – porque a digestão de plantas é mais demorada. Sem essa adaptação, pandas extraem relativamente poucos nutrientes do bambu, que já naturalmente contém pouca proteína.

Para compensar a dieta pobre, os gorduchos vivem vida de glutton: passam entre 12 e 14 horas comendo, e o

restante descansando. Seu metabolismo é lento, ① e eles não hibernam – afinal, não conseguem armazenar energia suficiente para isso.

Outra consequência é que pandas são especialmente sensíveis a mudanças ambientais: qualquer diminuição na área de floresta de bambu pode significar morrer de fome. Há milhares de anos, a espécie se estendia por todo o sudeste asiático; hoje, 99% de seu território original foi perdido devido ao desmatamento e à interferência humana. Agora, pandas existem em apenas seis pequenas regiões montanhosas no interior da China.

Os esforços conservacionistas só começaram na década de 1960, quando foram estabelecidas as primeiras reservas nessas regiões para proteger o habitat dos poucos que sobravam. Foi também nessa época que os biólogos começaram a tentar produzir filhotes em cativeiro. Nas décadas seguintes, o panda se tornou até a logomarca da famosa ONG WWF – que escolheu o bicho não só porque seu carisma atraía o público para a pauta



**Pandas fêmeas só ficam férteis uma vez no ano, por um período máximo de três dias. Para plorar, elas perdem o interesse em transar quando estão em zoológicos.**





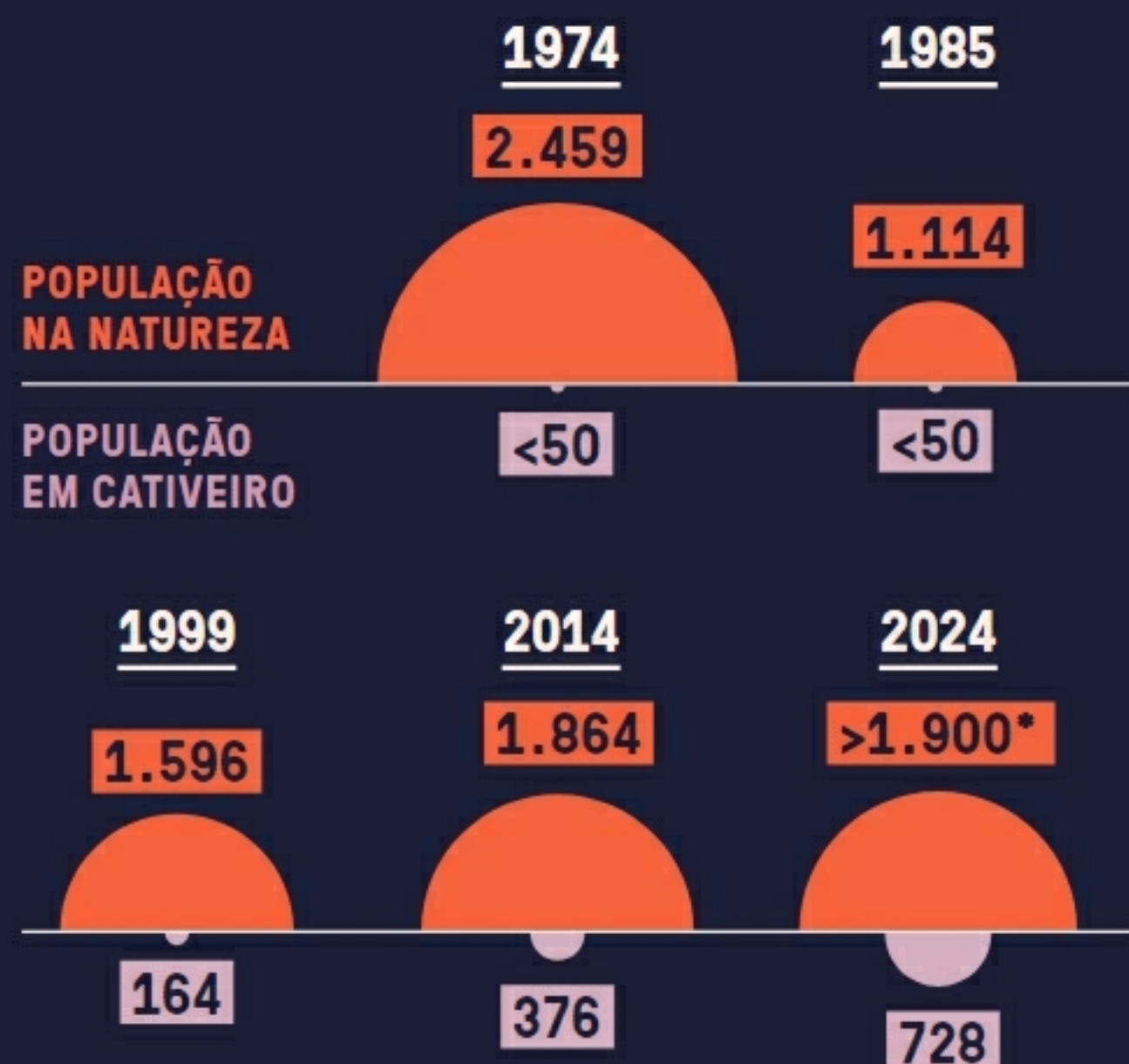


# 1.864

pandas vivem na natureza, segundo os dados do último censo chinês (de 2015). Na década de 1980, o número chegou a beirar os mil indivíduos.

## AVANÇOS CONSTANTES

Décadas de esforços fizeram o número de pandas crescer na natureza e em zoológicos. Agora, a espécie não é mais considerada ameaçada.



\*Segundo estimativas; o próximo censo oficial do governo chinês está previsto para 2025  
Fonte: Chinese Forestry Administration Panda Census

ambiental, mas também porque imprimir o desenho em preto e branco seria mais barato.

Deu certo: a população total quase dobrou de 1.000 indivíduos nos anos 1980 para os quase 2.000 que existem agora. Em 2016, a União Internacional para a Conservação da Natureza retirou o selo de “ameaçado” para a espécie, classificando-a apenas como “vulnerável”.

### Duro de transar

Em números absolutos, ainda existem poucos pandas no mundo, é verdade. Mas a tendência de alta é clara, e cada nascimento deve ser comemorado como uma grande vitória. É que, quando o assunto é reprodução, esses ursos

parecem desafiar completamente a lógica da natureza.

Na natureza, pandas são animais solitários, vivendo em seus próprios cantinhos delimitados e evitando contato com quaisquer outros seres. Os sexos opostos só se encontram na curtíssima temporada de reprodução: as fêmeas ficam férteis por um intervalo que dura entre um e três dias *por ano*.

Mantê-los em zoológicos, sob acompanhamento diário de veterinários, parecia um jeito óbvio de maximizar as chances de gravidez e evitar a extinção dos bichos. O problema? Pandas em cativeiro perdem totalmente o tesão – mesmo naqueles únicos três dias em que, teoricamente, os hormônios sexuais tomariam o controle dos bichos.

O problema era tão grande que, no passado, cientistas chegaram a dar Viagra para pandas machos a fim de estimular o apetite sexual. Absurdo? Piora: pesquisadores também já tentaram excitar os bichos com pornô animal – sim, vídeos de pandas transando. Foi um fracasso



total, claro (pandas são pouco visuais; hoje sabemos que o olfato tem um papel mais importante na excitação sexual).

O jeito foi recorrer à inseminação artificial. Também não é um processo fácil: os machos são sedados e o esperma é retirado através da eletroejaculação, um método que estimula a próstata com choques para liberar amostras de sêmen. Depois, as fêmeas também são sedadas e o material é inserido. Às vezes, por conta da anestesia e dos procedimentos, os bichos acabam com efeitos colaterais indesejados.

Para piorar, nem toda gestação dá certo. Muitas vezes o óvulo até é fertilizado, mas não se fixa no útero e o embrião não se desenvolve. Não é incomum que as fêmeas passem por uma pseudo-gravidez nesses casos, com todas as mudanças corporais esperadas de uma gestação normal, mas que, no fim, não resulta em nenhum filhote – porque nunca houve um.

Quando de fato os bebês nascem, são pequenos e frágeis – pesam só 90 gramas, apenas 1/800 do tamanho de suas mães, a menor proporção do tipo entre os mamíferos placentários. Os filhotes são deixados sozinhos por horas pelas pandas enquanto elas vão comer, e podem ser vítimas de predadores. Para piorar, cerca de metade das gestações resulta em gêmeos – mas, na natureza, um sempre está fadado a morrer, porque a mãe produz pouco leite devido à sua própria dieta pobre em nutrientes.

Foi por conta dessa dificuldade toda que se iniciou a colaboração internacional para procriar pandas: enviando bichos para vários zoológicos diferentes, a China

# 40

**quilogramas:**

**é esse o total de bambu que um panda pode consumir diariamente. Para os zoológicos, manter os bichos é uma missão bastante cara.**

maximizava as chances de nascimentos e, ao mesmo tempo, diluía os custos e o esforço dessa tarefa hercúlea. Além disso, cientistas de várias nações podiam compartilhar suas descobertas e técnicas para aumentar as chances de bebês saudáveis.

Essa é a primeira faceta da “geopolítica dos pandas”: a científica. É ela que, oficialmente, justifica a presença de pandas na Austrália, na Alemanha e em Singapura, por exemplo. Para esses anfitriões, os pandas são hóspedes custosos. Além de uma taxa anual paga à China (mais sobre isso adiante), é preciso construir um recinto especial para os ursos e contratar ou treinar funcionários especializados.

E, claro, é preciso alimentar os grandalhões: eles chegam a comer 40 kg de bambu fresco *por dia*. Muitos zoológicos, especialmente em países frios, precisam importar a comida. Os pandas custam até cinco vezes mais do que o segundo animal mais caro da lista, os elefantes. Não à toa, em 2020, o zoológico de Calgary, no Canadá, decidiu devolver seu casal de ursos à China três anos antes do fim do contrato. Em 2023, uma organização da Finlândia fez o mesmo.

Apesar disso, esses casos são exceções. O mais normal é que zoológicos ao redor do mundo briguem pela honra de abrigar os bichos, por um motivo simples: eles são ímãs de clientes. Por





## UMA BREVE HISTÓRIA DA DIPLOMACIA DOS PANDAS

Enviar pandas como presentes para nações amigas é uma prática chinesa antiga. Mas, nas últimas décadas, tornou-se uma política de Estado para promover o *soft power*.

1941 O Partido Nacionalista Chinês envia dois pandas capturados na natureza para os EUA em agradecimento à ajuda americana durante a luta da China contra o Japão na Segunda Guerra Mundial.

1972 EUA e China iniciam uma reaproximação, e o presidente americano Richard Nixon visita o país asiático. O envio de dois pandas para Washington simboliza a nova era nas relações internacionais durante a Guerra Fria.

1949-1972 Com a ascensão do governo comunista, a China institucionaliza a "diplomacia dos pandas", presenteando aliados socialistas, como a União Soviética e a Coreia do Norte, com os rechonchudos.

1972 Nesse mesmo ano, a China restabelece relações diplomáticas com o Japão e envia pandas ao país vizinho.

exemplo: quando um casal de pandas passou a ser exibido em Edimburgo, na Escócia, o número de visitantes do zoológico aumentou 51% nos dois anos seguintes.

Hoje, há 728 pandas em zoológicos e centros de reprodução ao redor do mundo, em mais de 20 países (a maioria, porém, ainda está na China).

### Vai um panda aí?

Por trás da fachada da ciência se esconde a faceta diplomática dos pandas. Eles se



Hoje, só existe uma panda no mundo todo que não pertence oficialmente à China: a mexicana Xin Xin, que mora no zoológico de Chapultepec.

tornaram um instrumento oficial de Estado para promover o *soft power* chinês após o início do regime comunista, em 1949. Nos anos seguintes, com a Guerra Fria, nações amigas receberam os ursões: dois foram para a União Soviética e cinco para a Coreia do Norte. Era preto no branco: ter um panda em seu zoológico

era quase o mesmo que ser socialista.

O ano 1972 marcou uma guinada decisiva: Richard Nixon se tornou o primeiro presidente americano a visitar a China. Para selar a aproximação, Pequim enviou dois pandas a Washington, D.C., inaugurando uma tradição que se repetiria várias vezes nos próximos cinquenta anos. Na época, os EUA retribuíram o presente com dois bois-almiscarados. No total, entre 1957 e 1983, 24 pandas foram dados de presente para nove nações como gesto de amizade.





1975 A China presenteia o México com dois pandas. Xin Xin, descendente desse casal, é atualmente a última panda viva que não pertence à China.

2024 A imprensa brasileira noticia que China e Brasil negociam a vinda de um panda para cá nos próximos anos.

1984 A China altera sua política radicalmente: pandas não são mais enviados como presentes, mas alugados por contratos temporários. Todos os eventuais filhotes também pertencem a Pequim. Nos anos seguintes, países como Canadá, Alemanha, França, Austrália e Indonésia entram na jogada.

Em 1984, o governo chinês mudou radicalmente sua política, notando que poderia conseguir ainda mais do que boas relações e *soft power*. A partir daquele ano, nenhum panda seria dado como presente. Os bichos passaram a ser objeto de contratos de aluguel temporários, de no máximo dez anos, com o pagamento de uma taxa anual a Pequim que pode chegar a US\$ 1 milhão. Depois do prazo, os pandas voltam ao país asiático. Qualquer filhote nascido no exterior é considerado chinês e deve ser remetido ao país.

Isso significa que, hoje, todos os pandas vivos são posse do governo chinês. Com exceção de uma: a mexicana Xin Xin, que descende de

um casal enviado ao país na década de 1970, antes das novas diretrizes.

Oficialmente, a justificativa por trás desses contratos de aluguel é financiar a conservação da espécie. O governo nunca admite que o envio dos pandas tem algo a ver com geopolítica. Mas esse é um fato, estudado até por especialistas em relações internacionais.

Uma pesquisa da Universidade de Oxford, por exemplo, concluiu que os contratos de empréstimo de pandas para o Canadá, França e Austrália coincidiram com acordos comerciais para o comércio de urânio (o país da Oceania é um dos maiores produtores da commodity do mundo). Os ursos também foram parar em Singapura, na Malásia e na Tailândia na mesma época em que esses países celebraram acordos comerciais com Pequim. ②

Quando um terremoto abalou a região de Sichuan em 2008 e várias instituições de preservação da espécie foram danificadas, muitos países se ofereceram para abrigar os pandas – mas a China priorizou o envio justamente para os

locais onde havia interesses comerciais.

Os pandas também são uma boa régua para determinar quando as relações azedam. Ao longo da década de 2010, a China e o Ocidente voltaram a rivalizar na economia e em suas zonas de influência, e os EUA se tornaram cada vez mais protecionistas com o crescimento econômico pujante do dragão asiático.

Como consequência, a China passou a recusar novos contratos preto e branco com países como Reino Unido, Austrália, e, claro, com a terra do tio Sam – além de não renovarem os acordos ativos, obrigando que muitos pandas habituados aos seus zoológicos voltassem à Ásia.

No fim de 2023, após a saída dos ursos que viviam em Memphis, San Diego e Washington, só quatro pandas restavam nos EUA, todos no zoológico de Atlanta – e, como não havia nenhum sinal de renovação desse contrato, a mídia americana chegou a decretar que era o fim da era panda nos zoológicos ianques.

Em 2024, porém, os pandas fizeram um retorno triunfal ao país, após os governos Biden e Xi Jinping ensaiarem



A plora das relações diplomáticas entre a China e o Ocidente fez com que vários pandas voltassem para a Ásia nos últimos anos.







notável é que pouquíssimos pandas que nasceram em cativeiro foram liberados de volta à natureza – o que era o objetivo original desses esforços. Ademais, nenhum dos poucos animais que voltaram ao seu habitat natural nasceu no exterior. Será sustentável que a espécie siga crescendo cada vez mais em zoológicos e centros de reprodução, sem que esses indivíduos consigam voltar a viver na natureza?

Outro ponto de crítica é que os pandas recebem atenção demais – justamente porque são fofos e dão vontade de apertar. Anfíbios e insetos menos carismáticos estão até mais ameaçados, mas acabam esquecidos pelo público e não atraem tantos recursos e esforços internacionais quanto os ursos.

Um contra-argumento para isso é que o panda é considerado uma espécie “guarda-chuva” pelos biólogos – um tipo de bicho que, ao ser protegido, acaba beneficiando todo um ecossistema, porque os esforços impactam outros animais e plantas indiretamente.

De qualquer forma, ainda que o uso dos bichos como instrumentos diplomáticos ou como ímãs de visitantes em zoológicos seja eticamente questionável, ninguém nega que a internacionalização dos pandas foi positiva para a espécie. Sua presença em vários países do mundo de fato aumenta a conscientização do público sobre a pauta ambiental – e é um lembrete de que não é impossível salvar espécies anteriormente fadadas à extinção. Não adianta negar: você também quer ver de perto esses desajeitados e adoráveis seres caindo e rolando. Um privilégio que logo poderá ser concedido ao Brasil. **S**

uma trégua nas relações. Novos casais chegaram a San Diego e Washington, e o zoológico de São Francisco assinou um contrato.

Pela primeira vez na história, o Brasil está perto do sonho do panda próprio. Há meses, autoridades dos dois países negociam um acordo para trazer os bichos para cá, mas ainda há entraves (lembre-se: o presente é bem caro). Uma ideia era que a medida fosse oficializada durante a vinda do presidente Xi Jinping ao Brasil em novembro deste ano, mas não rolou. Segundo uma apuração do *Estadão*, porém, a iniciativa não foi abandonada e as negociações continuam.

Novamente, tem tudo a ver com diplomacia: a ideia de mandar pandas

# 1972

**foi um ano central para a diplomacia dos pandas: com uma trégua na Guerra Fria, a China passou a enviar os bichos para países antes rivais, como EUA, Reino Unido e Japão.**

para cá vem em meio a um contexto de aproximação dos Brics, o bloco de países emergentes que visa se contrapor à hegemonia ocidental nas relações internacionais.

## Críticas

Com faceta política ou sem, não dá para negar: os esforços para salvar os pandas estão dando certo, e talvez sejam o melhor exemplo de conservação de espécies do mundo. Hoje, com os avanços da ciência, zoológicos e centros de reprodução na China e no exterior estão conseguindo altas taxas de sucesso na reprodução, e o número de bichos na natureza não para de crescer.

Mas há quem critique o modelo. Um fato



*Cinco*

# NÚMEROS

*cinco*

# MITOS

*Texto* Bela Lobato, Bruno Carbinatto, Eduardo Lima, Manuela Mourão e Maria Clara Rossini *Design e colagem* Caroline Aranha *Edição* Bruno Vaiano

Dois litros de água, duas mil calorias, oito horas de sono...

É comum pautarmos nossa rotina por metas diárias de saúde e bem-estar. Mas esses números redondos e simbólicos, no melhor dos casos, ignoram sutilezas do funcionamento de nossas mentes e corpos – e, no pior, estão simplesmente errados. Entenda a real sobre alguns clássicos do imaginário popular.





## ► Dois litros de água por dia

por **Bela Lobato**

**NAS REDES SOCIAIS** (e nas lojas que vendem garrafas de água cada vez maiores no centro das cidades), as pessoas repetem que, quanto mais água você beber, melhor. Você provavelmente já ouviu que o ideal são 2,5 litros, ou 8 copos de água por dia. Essa recomendação ultrapassada aparece pela primeira vez, sem citar fontes, em um guia alimentar da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos publicado em 1945. Sua única consequência garantida é você fazer xixi o dia todo.

Existem poucas evidências de que beber mais água do que o tanto que seu corpo pede ofereça algum benefício – além de evitar a desidratação, é claro. A ideia de que você não pode esperar a sede vir para beber água também é equivocada, já que nosso organismo está calibrado para nos proteger: a sede começa bem antes de você estar em apuros.

Mas como essa afirmação se sustentou por tanto tempo sem evidências? O primeiro ponto é que beber uma cachoeira por dia pode até não ser necessário, mas dificilmente fará algum mal. Outra questão é que muitos estudos têm uma metodologia fraca – seja por usarem uma amostra pequena de voluntários, seja por confundirem causação (uma coisa é culpada por outra) com correlação (duas coisas aconteceram juntas, mas não é possível provar que estão associadas).

Nenhum estudo sério fala em oito copos de água *pura* por dia. A água é parte de toda bebida e todo alimento sólido. Até farofa tem algum teor de H<sub>2</sub>O, e entra na conta. Além disso, a quantidade

de líquidos exigida por cada pessoa, com estilos de vida e rotinas de trabalho diferentes, varia radicalmente.

Para dar conta dessa variedade, um estudo com 5 mil pessoas de todas as idades de 23 países isolou a relevância de fatores como sexo, idade, estilo de vida, peso, massa magra, latitude, altitude, temperatura, umidade do ar e até o índice de desenvolvimento humano de cada país no consumo de água de seus cidadãos.

Os pesquisadores descobriram que o padrão é não haver padrão: a quantidade varia entre pouco

menos de 2 l até mais de 10 l. Em geral, pessoas de países menos desenvolvidos bebem mais água, especialmente se levarem um estilo de vida rural ou fizerem trabalhos braçais nas cidades. Em geral, homens precisam de mais líquidos do que mulheres, mas elas precisam de até 700 ml a mais por dia se estiverem grávidas ou amamentando.

Um outro estudo acompanhou o consumo de água de mais de 120 mil holandeses saudáveis entre 55 e 69 anos durante uma década. A maioria bebia pouquíssima água pura por dia, e os líquidos mais populares eram café, chá e leite. Mesmo com um grupo desse tamanho, não foi possível encontrar nenhuma correlação entre o consumo de água pura e a mortalidade por doenças cardíacas ou AVC.

**Em geral, homens precisam de mais água do que mulheres, mas elas requerem até 700 ml a mais por dia se estiverem grávidas.**



## ► Oito horas de sono

por Bruno Carbinatto

EM 1992, o psiquiatra americano Thomas Wehr conduziu um experimento para estudar como a exposição à luz afeta os padrões de sono dos humanos. Um pequeno grupo de pessoas topou ficar na escuridão total por catorze horas por dia, durante um mês. Os voluntários usavam as outras dez horas para ver a luz (natural ou não), e, no escuro, podiam dormir o quanto quisessem.

No começo, a média de sono entre os membros do grupo foi de onze horas – muitas pessoas estavam compensando noites anteriores maldormidas. Mas, depois de alguns dias, a rotina se fixou em oito horas, em média. Com um detalhe: o descanso passou a acontecer naturalmente em duas rodadas. Primeiro, os voluntários dormiam quatro horas; depois, acordavam por uma ou duas, e então voltavam a apagar por mais quatro horas ①.

O estudo se tornou famoso porque foi uma das primeiras evidências de que o sono humano pode ser polifásico dependendo do contexto – algo que também aparece em relatos da rotina pré-industrial na Europa, e que é comum entre outros animais (é só pensar na rotina de sonecas aleatórias do seu cachorro) ②.

Nenhum ser vivo precisa dormir com uma rotina perfeitamente regrada para

ter saúde – afinal, na natureza, cada dia é um dia, e nem todos permitem quantidades idênticas de descanso. Além disso, o dia a dia em uma cidade contemporânea é determinado por luzes artificiais, pontos a bater e outras pressões que pouco têm a ver com os ciclos astronômicos naturais.

Mesmo assim, no imaginário popular, é consenso que oito horas de sono são uma meta a bater. Não dá para cravar a origem exata dessa cifra porque ela não é fruto de um estudo específico ou de uma única recomendação de uma entidade de saúde. O número se

fixou porque parece ser, em média, o tempo de sono naturalmente suficiente para humanos quando podemos dormir o quanto quisermos.

Algo entre sete e nove horas é o mais indicado por organizações como a Associação Brasileira do Sono, o Centro de Controle de Doenças (CDC) americano e a National Sleep Foundation, dos EUA, com base em inúmeras evidências da literatura científica que levam em conta o impacto do sono em fatores como expectativa de vida, memória, saúde cardiovascular, capacidades cognitivas etc. O número exato, porém, varia com a idade: adolescentes precisam dormir algo entre oito e dez horas – enquanto muitos idosos se satisfazem com seis ou sete horas ③.

De qualquer forma, as mesmas organizações de saúde ressaltam que a recomendação é apenas uma média geral, e que o tempo necessário varia muito de pessoa para pessoa. Se você dorme menos e se sente descansado naturalmente, está tudo bem. Idem para quem é mais dorminhoco e adia o despertador algumas vezes. Na dúvida, o melhor a fazer é focar mais na qualidade do sono do que em tentar calcular um intervalo perfeito para ele.

**11** horas de sono por dia. Foi o quanto os participantes de um estudo descansaram para compensar noites anteriores maldormidas.





## ► Seis a onze porções de carboidratos por dia

por **Manuela Mourão**

O **DESIGN** da pirâmide alimentar surgiu em 1974, na Suécia. A versão original não indicava um número de porções diárias; apenas hierarquizava os alimentos. Em 1992, o formato acabou adaptado pelo Depto. de Agricultura dos EUA (USDA), que acrescentou as quantidades. Você conhece esse esqueminha das apostilas do colégio: na base do triângulo estavam carboidratos – algo entre seis e onze porções diárias –, seguidos por frutas e legumes. Em cima, carnes, peixes, ovos e derivados de leite.

A história dessa recomendação começa nos anos 1950, quando tabagismo, alcoolismo, sedentarismo etc. estavam gerando uma alta histórica no número de infartos nos EUA, e ainda não havia consenso em torno da prevenção e do tratamento do problema. Diante da comoção na mídia e nas conversas cotidianas – que chegou ao ápice com o ataque cardíaco do presidente Dwight Eisenhower em 1955 –, o bode

expiatório escolhido foi a gordura saturada.

De acordo com Marcella Garcez, diretora da Associação Brasileira de Nutrologia (Abran), hoje sabemos que a relação entre a ingestão dessas gorduras e o risco de infarto é mais complexa do que se acreditava. “Ainda existe uma recomendação de limitar o consumo, normalmente abaixo de 10% das calorias diárias, mas a relação direta de causa e efeito com infartos não é mais vista como absoluta.”

Na época, é claro, ninguém sabia disso. Em 1958, baseada em um estudo de má qualidade feito pelo pesquisador Ancel Keys, a Associação

Americana do Coração (AHA, na sigla em inglês) endossou a cruzada anticolésterol. A AHA havia recebido uma grande doação de uma fabricante de óleo vegetal, interessada em convencer o público a trocar gorduras de origem animal por seu produto. Assim, apesar das evidências frágeis, a recomendação de cortar manteiga, carnes vermelhas, ovos e laticínios se espalhou.

Uma nutricionista chamada Luise Light liderava a equipe responsável pelas diretrizes dietéticas americanas nessa época. Light conta que sua pirâmide alimentar foi “vendida pelo lance mais alto”, e redesenhada de acordo com a necessidade do USDA de escoar o excesso de grãos resultantes de uma política recente de incentivo à agricultura. A recomendação original de três a quatro porções diárias de carboidratos saltou para seis a onze.

Essa grande manobra político-publlicitária, é claro, só piorou a saúde pública nos EUA. A ingestão elevada de carboidratos pode provocar resistência à insulina, excesso de glicose no sangue,

sobrecarga do pâncreas e contribuir para o desenvolvimento de diabetes tipo 2 – para não falar no aumento do risco de infarto que os EUA tanto temiam. “As seis a onze porções por dia, recomendadas em algumas diretrizes antigas, são consideradas excessivas para a maioria das pessoas, especialmente em populações mais sedentárias”, diz Marcella Garcez.

**A recomendação surgiu da necessidade da USDA de escoar o excesso de grãos resultante de uma política de incentivo à agricultura.**



## ► Duas mil calorias por dia

por **Maria Clara Rossini**

“**VALORES DIÁRIOS** de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.” Essa mensagem aparece em todos os rótulos do Brasil. E pode assustar quem lê. Afinal, um combo do McDonald's com sorvete já passa das 2.000 kcal. Para se manter na meta diária, você não poderia comer mais nada ao longo do dia.

Esse número surgiu nos anos 1990, quando a Food and Drug Administration (FDA), a Anvisa dos EUA, tornou obrigatória a tabela de informações nutricionais em todos os alimentos. A ideia era permitir que os consumidores tomassem decisões conscientes, mas o problema é que o cidadão comum não sabe se 10 g de gordura saturada, sódio ou proteína são muito ou pouco. Era necessário expressar essas quantidades como porcentagens.

O primeiro passo era descobrir quantas calorias uma pessoa consome por dia. A FDA se baseou em questionários aplicados nacionalmente pelo Departamento de Agricultura dos EUA (USDA). Por telefone, os agentes perguntavam o que a família havia comido nos últimos dias. Com base nas entrevistas, foi possível calcular médias de 1.600 a 2.200 kcal para mulheres, 2.000 a 3.000 kcal para homens e 1.800 a 2.500 kcal para crianças de 4 a 14 anos.

Alguns consultores sugeriram que essa variedade deveria constar nos rótulos, mas a agência optou por adotar uma única média em todas as tabelas, de 2.350 kcal. O número

não foi bem aceito – por medo de que as mulheres, especialmente, estourassem sua cota diária. Hora de tentar de novo. Em uma consulta pública, a FDA propôs três alternativas: 2.000, 2.300 e 2.400 kcal. Ganhou a primeira opção.

Para justificar a escolha, argumentava-se que 2.000 calorias era um valor adequado para mulheres pós-menopausa, um grupo populacional com tendência ao ganho de peso. Além disso, o número redondo poderia ser uma boa ferramenta para a educação nutricional.

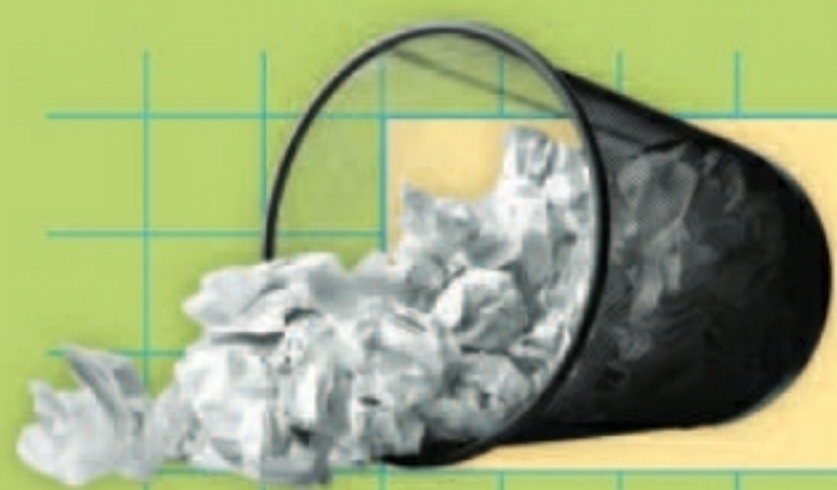
O maior problema, no entanto, é que o próprio censo que embasou a FDA era uma subestimação. Pesquisas de relato próprio são imprecisas – nenhum entrevistado se lembra de cada bolacha e colher de arroz que comeu no dia anterior. Um dos estudos mais famosos sobre o tema <sup>①</sup> mostra que o valor calórico real ingerido é 31% a 38% maior do que o reportado.

Usando um método mais confiável, a Academia Nacional de Medicina dos EUA <sup>②</sup> verificou que homens moderadamente ativos de 19 a 30 anos gastam em média 3.080 kcal por dia. Mulheres com as mesmas características gastam 2.440 kcal em média. Mas mesmo esses valores variam bastante com a idade, a composição corporal e o nível de atividade física do indivíduo. Então, mantenha em mente: mais importante que a quantidade de calorias é a *qualidade* das suas refeições. Comer com moderação é importante para a saúde, mas comer bem é mais ainda.

**3 mil** calorias.  
É o quanto homens moderadamente ativos de 19 a 30 anos gastam por dia. Mulheres gastam em média 2.440 kcal







## ► Dez mil horas para se tornar bom em algo

por Eduardo Lima

EM 1973, os psicólogos Herbert Simon e William Chase escreveram um artigo científico sobre xadrez. “Nós poderíamos estimar, aproximadamente, que um grão-mestre passou talvez de 10 mil a 50 mil horas olhando para posições no tabuleiro.” Vinte anos depois, o psicólogo sueco Anders Ericsson realizou um estudo com violinistas profissionais. E concluiu que os melhores dentre eles haviam praticado por mais de 10 mil horas até completarem 20 anos.

Essas pesquisas aparecem no best-seller *Fora de série* (2008), do jornalista britânico Malcom Gladwell. Ao longo de todo o livro, ele defende a “regra das 10 mil horas” como segredo do sucesso – um de seus exemplos são os Beatles, que teriam passado esse tempo todo tocando em casas noturnas de Hamburgo, na Alemanha, antes de serem famosos.

Não há nada de errado em se dedicar assiduamente à sua profissão ou a seus hobbies, é claro. E essa dedicação definitivamente tornará os dedicados melhores no que se propõem a fazer. O problema é que o número – que parte de uma impressão anedótica de Gladwell, e não de uma investigação científica embasada – passou a ser tratado como uma fórmula infalível de sucesso, que desconsidera outras variáveis por trás do aprendizado. Uma revisão sistemática ① de

**A prática ajuda a ir de medíocre para ótimo. Mas o salto para excelente depende mais de outras variáveis.**

2016 analisou 88 pesquisas publicadas sobre a prática de diversas atividades, e descobriu que o tempo dedicado a treiná-las e aperfeiçoá-las era responsável por uma diferença de habilidade de apenas 26% para jogos como xadrez, de 21% para músicos, de 18% para esportistas e de 4% para estudantes de ensino básico. Ou seja: há uma relação entre sua destreza e o tempo bruto que você dedicou a obtê-la, mas ela é muito menor do que a regra das 10 mil horas dá a entender.

Um outro estudo (2), de 2019, analisou 39 violinistas de acordo com suas rotinas de prática. O que os pesquisadores descobriram é que a prática ajudava a ir de medíocre para ótimo – mas, de ótimo para excelente, as coisas ficavam mais complicadas.

Tanto os bons quanto os melhores tinham uma média de 11 mil horas de prática. Na hora de passar para o alto escalão, outros fatores tinham mais peso. A idade de envolvimento com a atividade – geralmente, quanto mais cedo, melhor –, algum grau de propensão inata à tarefa, bons professores e boas oportunidades são tão importantes quanto a dedicação em estado bruto. O próprio Gladwell reconhece um pouco disso no livro – ao admitir que poder praticar qualquer coisa por 10 mil horas já é um baita privilégio social, e não uma questão de meritocracia. ⑤



# ORÁCULO

## 1977

Foi o ano da última execução por guilhotina na França. A pena de morte seria abolida em 1981.

→ ILUSTRAÇÕES SAMARA ROMÃO DESIGN CRISTIELLE LUISE

AS PESSOAS  
PASSAVAM  
UM TEMPO  
CONSCIENTES  
APÓS SEREM  
GUILHOTINADAS?

**NÃO SABEMOS.** Um estudo de 2023 que avaliou evidências históricas e científicas sobre esse tema concluiu que a perda de consciência provavelmente ocorre pouquíssimos segundos após o golpe derradeiro. Há relatos anedóticos de pessoas aparentemente conscientes após serem guilhotinadas ou decapitadas com machados, mas essas são lendas urbanas. Conta-se, por exemplo, que Ana Bolena, rainha consorte da Inglaterra entre 1533 e 1536, teria mexido a boca na tentativa de expressar suas últimas palavras, mas não há qualquer evidência desse balbúcio macabro. Em um estudo de 2014, pesquisadores da Nova Zelândia sedaram camundongos e usaram eletroencefalogramas para monitorá-los enquanto eram guilhotinados. Eles observaram atividade cerebral até 15 segundos após o golpe, mas isso não significa que os animais permanecessem conscientes durante esse tempo (afinal, você gera atividade elétrica detectável quando está dormindo ou anestesiado). **1**



# Os parlamentares têm assentos fixos na Câmara e no Senado?

@jvcalderaro, via Instagram

**NO SENADO**, os lugares são predeterminados: os três representantes de cada estado sentam lado a lado, independentemente do partido, seguindo a ordem alfabética das unidades federativas: os senadores do Acre são os primeiros, do lado esquerdo da primeira fileira, seguidos pelos de Alagoas, Amapá e assim por diante, terminando com o trio do Tocantins. Há 84 assentos no plenário principal para 81 legisladores, o que significa que as três últimas cadeiras ficam vagas. Na Câmara, até pouco tempo atrás, os parlamentares podiam escolher onde se sentar livremente. Mas, por tradição, deputados de partidos mais conservadores sempre se sentavam à direita de quem entra no plenário da casa; enquanto os progressistas, por óbvio, se sentavam à esquerda. Esse costume se cristalizou tanto que, em novembro de 2024, os partidos ganharam plaquinhas indicando seus locais oficiais. **2**



## PÁ PUM

**Por que os grandes eletrodomésticos são chamados de “linha branca”?**

@biachamma, via Instagram

**PORQUE** geralmente eles são brancos.

NÚMERO INCRÍVEL

9/3

É O DIA mais tardio em que a terça de Carnaval pode cair. Isso ocorrerá em 2038.

**OUTRO DADO RELEVANTE SEM NENHUMA LIGAÇÃO**

9/3

DE 1074: o Papa Gregório VII excomunga todos os padres católicos casados.

**Por que ser liberado do hospital se chama “alta”?**

@jvcalderaro, via Instagram

**NÃO SE SABE AO CERTO**, mas é provável que a expressão tenha sido emprestada do meio militar. “Ter baixa” significa ser dispensado ou receber licença temporária para tratamentos médicos, por exemplo. O oposto também ocorre: a “alta” é o regresso do soldado à sua função. É a lógica de uma planilha de Excel: uma baixa diminui o número de pessoas na ativa; uma alta aumenta. Você deve ter notado que, no contexto de saúde, os significados são o oposto: dar baixa é entrar no hospital, e a alta é sair. Mas faz sentido se o referencial for sua profissão ou as atividades do dia a dia: a alta é o retorno à ativa, enquanto baixa é uma pessoa temporariamente fora por conta de cuidados médicos. Na guerra, os soldados recebiam baixa do combate para ir à enfermaria... e então, alta para voltar às trincheiras. **3**

**Por que alguns feriados são datas móveis e outros não?**

@kaltowski, via Instagram

**O BRASIL SÓ TEM UM FERIADO** em data móvel: a Sexta-feira Santa. A terça de Carnaval, o domingo de Páscoa e Corpus Christi são pontos facultativos. Essas quatro datas são móveis porque se baseiam na Páscoa – o que reduz sua pergunta a “por que a Páscoa é móvel?”. No ano 325, os bispos do Concílio de Niceia (a atual cidade de Iznik, na Turquia) decidiram que a Páscoa cairia no domingo seguinte à primeira Lua Cheia após o equinócio de primavera do Hemisfério Norte, que marca o início da estação. O domingo foi escolhido, evidentemente, por ser o dia sagrado dos cristãos. O objetivo era contrariar um grupo de católicos que comemorava a Páscoa no mesmo dia em que os judeus comemoram seu feriado equivalente, o Pessach (a celebração do Êxodo). Na época, havia diversos calendários em voga entre diferentes povos cristãos. E todo calendário é uma construção artificial, que não corresponde perfeitamente aos ciclos do Sol e da Lua. O referencial dos astros forçava a celebração a ser simultânea, independentemente desses sistemas. **4**

**Pets podem ter demência?**

@maiolidaniel, via Instagram

**SIM:** eles têm algo análogo ao Alzheimer. Trata-se de uma síndrome neurodegenerativa irreversível que, em geral, só acomete animais idosos. Os cães exibem sintomas a partir dos oito anos de idade; os gatos, aos onze. Como no Alzheimer, a doença é causada pelo acúmulo de placas de peptídeos beta-amiloides em diferentes partes do cérebro. Isso leva à degeneração de sinapses, morte dos neurônios etc. Os comportamentos típicos da disfunção cognitiva incluem andar compulsivamente, fazer xixi e cocô em locais estranhos, trocar o dia pela noite, latir e miar excessivamente, não reconhecer os tutores e demonstrar agressividade e ansiedade. **5**





## POR QUE O BUMERANGUE VOLTA?

Alexandre Magnum de Seixas, de Belo Horizonte (MG), via e-mail

**UM BUMERANGUE COMUM** consiste em duas asas. Essas asas, como as de um avião, são curvadas na parte de cima e achatadas embaixo. Conforme o objeto voa, esse formato faz com que o ar viaje mais rápido por cima, e ar mais rápido é sinônimo de ar com menos pressão. Zonas de baixa pressão puxam coisas em direção a elas – é só pensar em como uma garrafa PET amassa quando você suga o ar. A diferença de pressão entre as partes superior e inferior das asas é que puxa o bumerangue – ou um avião inteiro – para cima. (A terceira lei de Newton também tem um papel, mas a explicação não cabe aqui.) Legal: explicado o voo, é hora de explicar a curva. Conforme o bumerangue gira, sempre haverá uma asa se movendo a favor da direção do arremesso e uma asa que se move contra. Elas se alternam rapidamente. A asa favorável se desloca mais rápido em relação ao chão, enquanto a asa contrária se locomove ligeiramente mais devagar (porque ela gira no sentido oposto do lançamento). E esse é o pulo do gato. Quando um veículo com esteiras – como um tanque de guerra – quer fazer uma curva para a esquerda, por exemplo, ele gira a esteira da esquerda mais devagar que a da direita. Com o bumerangue acontece o mesmo: ele é forçado a fazer a curva para o lado em que as asas giram para trás. E essa curva ele fará, até voltar a nossas mãos. **1**

**O louva-a-deus macho sabe que será decapitado e devorado pela fêmea após a cópula ou é uma surpresa desagradável?**

@lidelima, no X (ex-Twitter)

**“SABER” É UMA PALAVRA FORTE.** A capacidade de se colocar no lugar dos outros e imaginar que os demais seres vivos têm intenções é chamada “teoria da mente” e é algo exclusivo de animais complexos, como chimpanzés, golfinhos, corvos e, é claro, seres humanos. Mas a resposta, com ressalvas, é um “sim”, porque os machos acabaram evoluindo para se prevenir: 60% das tentativas de cópula terminam com eles devorados (e sem sexo: as fêmeas só almoçam mesmo). Um estudo de 2021 acompanhou 52 casais e verificou que os machos atacam preventivamente para imobilizar as fêmeas. Alguns conseguem e se reproduzem, outros morrem. Trata-se de um fenômeno previsível do ponto de vista da seleção natural, já que os dóceis morrem sem sexo – enquanto os sobreviventes vivem para transar de novo, espalham mais seus genes e deixam mais bebês, que terão o mesmo comportamento. **2**



## PERGUNTE AO ORÁCULO

Escreva para [bruno.vaiano@abril.com.br](mailto:bruno.vaiano@abril.com.br) mencionando sua cidade e estado – ou mande a pergunta via direct no Instagram.

**Dá pra fazer papel com a celulose de qualquer árvore?**

@carla22mf, via Instagram

**EM PRINCÍPIO, SIM.** A celulose é um carboidrato abundante nas paredes celulares de todo vegetal. O algodão, por exemplo, é 99,8% celulose. No caso da madeira, a proporção gira em torno dos 50%, variando de árvore para árvore. Como cada espécie apresenta um tipo de fibra e um teor de celulose diferente, o papel produzido também acaba com propriedades diferentes. Por isso, algumas árvores são favoritas da indústria. No Brasil, o primeiro lugar é dos eucaliptos. Em segundo lugar, mas bem atrás, vêm os pinheiros. O papel produzido com celulose de fibra curta, como é o caso da madeira de eucalipto, é mais absorvente que aquele de fibra longa, produzido com a madeira dos pinheiros. **3**

## LISTA

**Musicais da Broadway mais encenados**

**O RANKING SE BASEIA** na International Broadway Database (IBDB), um banco de dados similar ao IMDB para o cinema.

- 1** **O FANTASMA DA ÓPERA**  
13.981 vezes
- 2** **CHICAGO**  
11.107 vezes
- 3** **O REI LEÃO**  
10.639 vezes
- 4** **WICKED**  
8.116 vezes
- 5** **CATS**  
7.485 vezes



**SÓ ACREDITO  
VENDO**

## Qual seria o IPVA do Relâmpago McQueen?

Não seria: carros de corrida não podem transitar nas ruas e estão isentos. Mas nós calculamos o imposto que incidiria sobre outros possantes da ficção. Consideramos o valor médio dos modelos usados nos EUA, convertido para a cotação atual do real, com os 4% de alíquota do estado de São Paulo.

1961 ← 1°



**Carro:** Ferrari 250 California SWB  
**Filme:** *Curtindo a vida adoidado* (1986)

**R\$ 4.308.000**

1963 ← 2°



**Carro:** Aston Martin DB5  
**Filme:** *James Bond contra Goldfinger* (1964)

**R\$ 142.080**

1955 ← 3°



**Carro:** Ford Lincoln Futura  
**Filme:** *Batman* (1966)

**R\$ 60.000**

1970 ← 4°



**Carro:** Dodge Charger R/T  
**Filme:** *Velozes e furiosos* (2001)

**R\$ 28.080**

1979 ← 5°



**Carro:** Peterbilt 379  
**Filme:** *Optimus Prime, Transformers* (2007)

**R\$ 9.900**

1959 ← 6°



**Carro:** Cadillac Coupe de Villes  
**Filme:** *Mad Max: A estrada da fúria* (2015)

**R\$ 15.120**

1981 ← 7°



**Carro:** DeLorean DMC-12  
**Filme:** *De volta para o futuro* (1985)

**R\$ 12.552**


1959 ← 8°



**Carro:** Cadillac Miller-Meteor  
**Filme:** *Os Caça-Fantasmas* (1984)

**R\$ 12.480**

1963 ← 9°



**Carro:** Volkswagen Beetle  
**Filme:** *Meu fusca turbinado* (1968)

**R\$ 4.368**

1960 ← 10°



**Carro:** Ford Anglia 105E  
**Filme:** *Harry Potter e a câmara secreta* (2002)

**R\$ 2.253,36**

**Nota:** Na verdade, nenhum dos veículos acima realmente pagaria IPVA em São Paulo, porque todos foram fabricados há mais de vinte anos e estariam isentos. Em nome da imaginação, finja que Fuscas e DeLoreans são as maiores novidades do mercado automotivo. ;)

### Uma mulher trans que fez transição de gênero após ter prestado serviço militar e está cadastrada como reservista é convocada em caso de guerra?

@mirla.vmenezes, via Instagram

**Não.** A partir do novo registro civil, ela está dispensada das exigências militares. Isso pode não acontecer automaticamente no sistema das Forças Armadas – e, nesse caso, a convocação chegará de qualquer forma. Mas esse é um problema contornável: “A travesti ou mulher transexual deverá apresentar seus documentos ou a decisão judicial transitada em julgado na Junta Militar, para que não seja obrigada a ir pra guerra”. ④



**PARA EVITAR** o alistamento por imperativo de consciência, é preciso redigir uma declaração ideológica, filosófica ou religiosa explicando sua posição.



**NA EUROPA**, só 13 dos 50 países têm serviço militar obrigatório. Com a guerra na Ucrânia e a escassez de voluntários, porém, o número deve aumentar.



**ISRAEL, NORUEGA E SUÉCIA** são alguns exemplos de países desenvolvidos em que o serviço militar é obrigatório inclusive para as mulheres.





## COMO SE GANHA UMA ESTRELA NA CALÇADA DA FAMA? É PAGO?

Rafael Battaglia, repórter da Super

**QUALQUER UM PODE NOMEAR** sua celebridade favorita no site da Calçada – basta ter US\$ 75 mil (cerca de R\$ 450 mil), que é a taxa para confecção e instalação da estrela. Antes disso, você vai precisar desembolsar US\$ 250 (cerca de R\$ 1500), para pagar uma outra taxa, a de indicação. Depois, é hora de separar uma foto da pessoa, uma breve biografia, as qualificações da celebridade para a homenagem, as contribuições cívicas e comunitárias do dito-cujo e uma carta do famoso em questão ou de seus representantes legais legítimos concordando com a homenagem (se a celebridade não quiser, a estrela não acontece). Por ano, o comitê recebe cerca de 200 nomeações. Na média, de 24 a 30 estrelas são selecionadas. A iniciativa é mantida e organizada pela Câmara de Comércio de Hollywood, e começou em 1960. As estrelas são feitas de terrazzo, um material normalmente composto de mármore, quartzo, granito e vidro, com detalhes em latão (liga metálica de cobre e zinco). Hoje, há 2796 estrelas no calçadão. **1**

### Já houve um ano zero?

@brunomarini, via Instagram

**NO OCIDENTE**, não – os romanos não tinham o algarismo zero. O primeiro ano depois de Cristo vem logo depois do primeiro ano antes de Cristo, sem um ano zero no meio (lembrando que os anos a.C. sempre são contados de trás para frente). Porém, nos calendários hindu e budista, existe um ano zero. Ele também está previsto no padrão internacional ISO 8601, uma norma técnica que padroniza a grafia de anos, meses, dias, horas etc. na programação, nas telecomunicações e em outros contextos sérios – o que evita problemas como o lendário bug do milênio, quando se temia que os PCs não conseguissem mudar de 1999 para 2000 (o bug não aconteceu, mas é melhor prevenir que remediar). Nessa norma, o ano zero corresponde ao que chamamos de ano 1 a.C. **2**

### Existe algum pedaço de terra ou oceano sem dono?

@izabela\_cristine\_, via Instagram

**DE OCEANO**, muitos: apenas uma faixa de 12 km de largura partir do litoral é posse de um país – o resto é considerado *res communis* (“coisa de todos”) desde 1958. De terra, é raro, mas existe. É o caso de Bir Tawil, um pedaço de deserto em forma de trapézio com 2.060 km² – um pouco maior que o município de São Paulo – localizado na fronteira do Egito com o Sudão. Essa anomalia surgiu porque os dois países, que são vizinhos, reivindicam traçados diferentes para a fronteira entre eles. Quando você sobrepõe as duas fronteiras no mapa, surge uma grande área disputada entre os dois – e, como efeito colateral, um pedaço de terra que não é reivindicado por ninguém. Aproveite: Bir Tawil está livre. Funde seu próprio Estado. **3**

## LOST IN TRANSLATION

Origem Zimbábue

## Chakwaira

“Andar no lamaçal.”

Esse verbo da língua Shona se refere ao ato de andar em superfícies irregulares e úmidas, em que os pés fazem “splosh, splosh, splosh”. Eles também têm *dowor* para andanças descalças.

## CONEXÕES

De Chandon a Xandô

por Bruno Carbinatto



### Moët et Chandon

Produz alguns dos champanhes mais caros do mundo (e também espumantes acessíveis sob o selo Chandon, sem o Moët). Era a fornecedora oficial da rainha Elizabeth II. Hoje, ela faz parte do gigantesco conglomerado de luxo LVMH, fundado por...



### Bernard Arnault

O magnata das grifes está entre as pessoas mais ricas do mundo. Em 2023, foi condecorado com a Grã-Cruz da Ordem Nacional da Legião de Honra, a mais exclusiva honraria do governo francês, reconhecimento que compartilha com...



## MANUAL

por **Bela Lobato**

# Como cozinhar para o seu cachorro?



### PROCURE UM VETERINÁRIO

Cada animal tem uma demanda nutricional diferente, que pode variar de acordo com a idade, a raça e os hábitos. Não dá para só ir no feeling: é preciso que alguém acompanhe a adaptação e a nutrição do seu peludo. No início, o cão pode ter desarranjos digestivos, manifestar alergias que você não conhecia e ter mudanças de comportamento.



### NÃO PODE FALTAR

Toda refeição deve conter alguma proteína de origem animal, que tem todos os aminoácidos necessários para o bom funcionamento do organismo do cãozinho. Além disso, são necessários carboidratos, para dar energia, e vegetais que forneçam fibras, vitaminas e minerais. Sal iodado, na quantidade certa, também é importante.

### AS PROPORÇÕES

Em geral, as refeições devem conter 30% de proteína animal, 35% de carboidrato e 30% de vegetais — com um chorinho de 5% de fígado de frango ou boi. A carne é a parte mais cara da dieta, e pode ser de segunda. Se você for usar vísceras, elas não devem passar de 10% das proteínas. Ricas em minerais, elas sobrecarregam o sistema digestivo, causando diarreias e colite.



### O QUE NÃO PODE

Não é porque você come que o seu cachorro pode também. É importante conhecer os alimentos que são totalmente proibidos: cebola, alho-poró, cebolinha, chocolate, uva e carambola. Um pouquinho de alho não faz mal, já que ele só seria tóxico se o seu peludo comesse cerca de três cabeças de uma vez (haja bafô!). E claro: nada de pimenta.



## PARA SABER MAIS Tô com uma fome do cão...

### Aposte no planejamento.

As marmitas, já misturadas, podem ficar no congelador por cerca de dois meses e na geladeira por até três dias.

Seu veterinário saberá recomendar **suplementos alimentares** prontos ou manipulados para completar a refeição com nutrientes mais difíceis de obter.

Você não precisa mudar para a comida caseira de um dia para o outro. Dá para começar **complementando a ração comum** com legumes, ovos etc.

Mas com cautela: esses complementos devem corresponder a cerca de **15% do peso total** da ração, que deve continuar sendo dada na quantidade original.



### Louis Pasteur

Um dos maiores cientistas do século 19, Pasteur derrubou a teoria da geração espontânea (de que a vida surgia do nada a partir de matéria inanimada), foi pai da microbiologia e inventou o processo de...



### Pasteurização

Técnica em que um líquido é aquecido a altas temperaturas e logo em seguida resfriado rapidamente para matar micróbios. Essa invenção permitiu a venda de leite em temperatura ambiente por marcas como a...



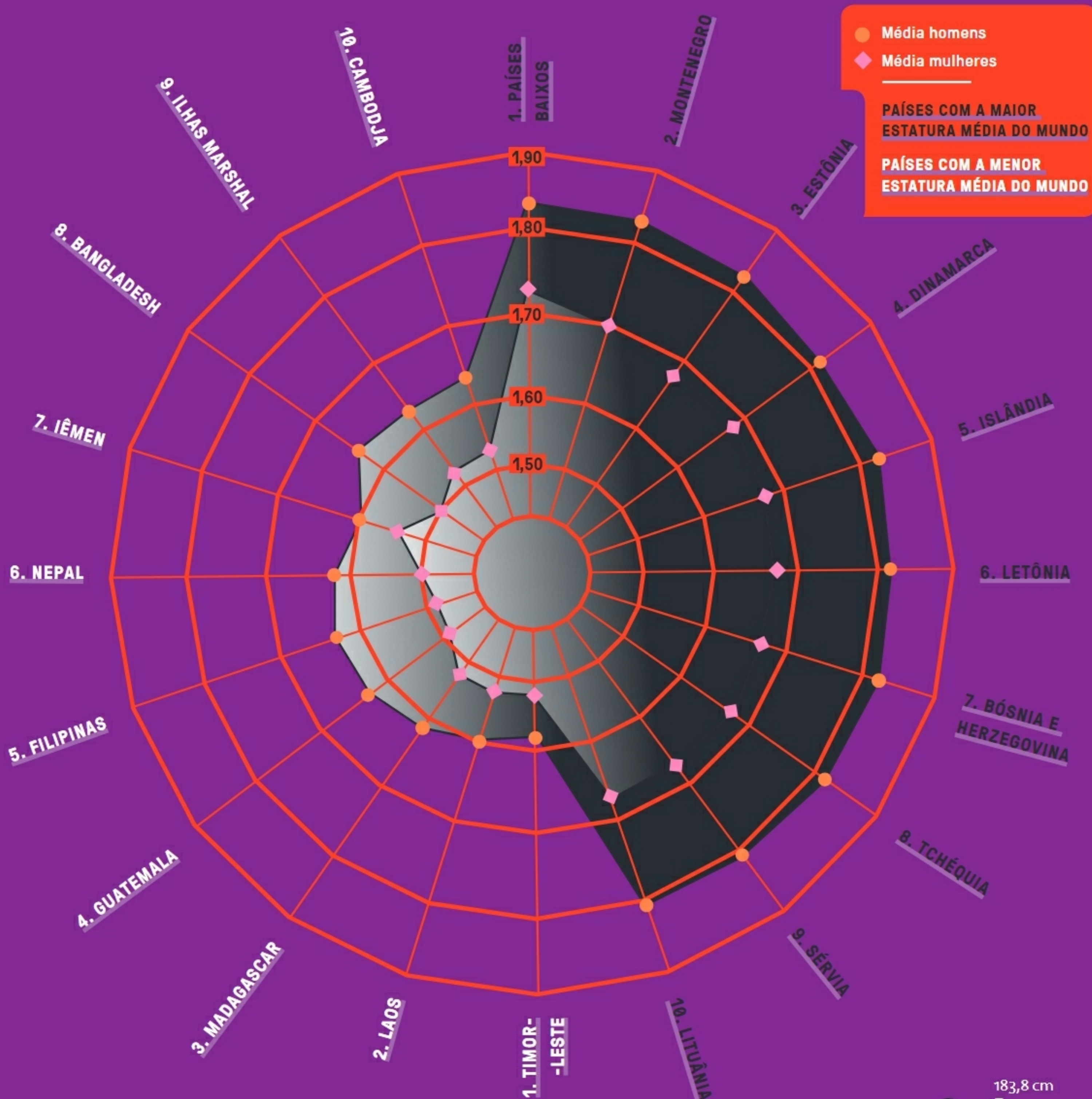
### Xandô

Fundada em 1982 no interior de São Paulo, a Xandô começou vendendo laticínios como o icônico leite em garrafinha. Em 2019, lança seu primeiro suco de uva, feito com frutas plantadas no Rio Grande do Sul — mesmo estado onde fica a vinícola **Chandon** do Brasil.



## É documento?

Tamanho não é passaporte, mas poderia ser. Confira os dez países com a maior e menor estatura média. No Brasil, a altura média dos homens é 175,7 cm, e a das mulheres é 162,4 cm. *Infográfico Juliana Krauss e MC Rossini*



### ALTOS E BAIXOS

Apesar do nome, os Países Baixos são a nação mais alta do mundo. Veja como os homens e mulheres se comparam com o Timor-Leste, que tem a população mais baixa de todas.







# DOMINE O FATO. CONFIE NA FONTE.

10 grandes marcas Abril em uma única assinatura digital

A partir de **R\$9,90/mês.\***



Acesse **assine.abril.com.br**  
ou aponte a câmera do celular  
para o código ao lado.



\*Acesso ilimitado ao site e edições digitais de todos os títulos Abril, ao acervo completo de Veja e Quatro Rodas e todas as edições dos últimos 7 anos de Claudia, Superinteressante, VC S/A, Você RH e Veja Saúde, incluindo edições especiais e históricas. Acervos disponíveis a partir de dezembro de 2023. Pagamento único anual de R\$118,80, equivalente a R\$9,90/mês





MATERIAL  
escolar é  
**CAPRICHÔ**



APONTE A CAMERA DO CELULAR  
PARA ESCANEAR O QR CODE:



USE O CUPOM **SESTINICH10**  
PARA TER 10% OFF DE DESCONTO  
EM PRODUTOS CAPRICHÔ



ACESSE AQUI E CONFIRA  
TODOS OS PRODUTOS DA  
LINHA CAPRICHÔ & TILIBRA

