



MAIS LONGE DO PÓDIO

*Como as mudanças climáticas afetarão
o esporte no Brasil*

O ESPORTE NO BRASIL NUNCA MAIS SERÁ O MESMO. O aquecimento previsto para o país nas próximas décadas tornará mais difícil a quebra de recordes em uma série de modalidades e frequentemente irá impor risco de vida aos atletas, exigindo bem mais atenção e tecnologia para a saúde e a adaptação térmica antes, durante e depois das provas. Treinos e competições terão de ocorrer em horários restritos e alternativos, como a madrugada.

* No período entre 2070 e 2099, elevações brutais de temperatura no pior cenário de emissões de carbono (no qual não se cumprem as promessas de corte de emissões do Acordo de Paris ou não se aumenta a ambição das propostas que estão hoje sobre a mesa) farão com que **12 CAPITAIS BRASILEIRAS TENHAM RESTRIÇÕES À PRÁTICA ESPORTIVA DURANTE VÁRIOS PERÍODOS DO ANO.** Nesse mesmo cenário de emissões, 23 capitais terão estresse térmico forte a muito forte o ano todo.

Na cidade de MANAUS, SERÁ IMPOSSÍVEL PRATICAR ESPORTES EM AMBIENTE EXTERNO NÃO-CLIMATIZADO EM QUALQUER ÉPOCA DO ANO. Ali as temperaturas de bulbo úmido máximas ficarão acima de 32°C o ano todo, limite definido pela Fifa como prejudicial à prática esportiva. O limite de tolerância do organismo humano é uma temperatura de bulbo úmido de 35°C.

As elevações de temperatura implicam em UMA PERDA DA EXCELÊNCIA NA PRÁTICA ESPORTIVA. O que a torcida tende a ver nos próximos anos são disputas em que OS ATLETAS ENTRARÃO EM FADIGA MAIS CEDO, MESMO QUE CONTINUEM A PROVA OU A PARTIDA ATÉ O FIM. E essa fadiga não acontecerá apenas pela resposta cardiovascular, já que há uma aceleração do coração, mas por uma reação neuromuscular. O calor leva à perda de força e à falta de precisão nos movimentos.

* **HOJE MESMO O PAÍS JÁ REGISTRA EPISÓDIOS DE CALOR EXTREMO PREJUDICANDO COMPETIÇÕES:** na Copa de 2014, duas partidas precisaram de tempo técnico quando a temperatura de bulbo úmido nos estádios (em Fortaleza e Manaus) atingiu 32°C; em 2015, um jogo de futebol feminino no Piauí precisou ser interrompido depois que nove jogadoras passaram mal por excesso de calor. Nos eventos-teste para a Olimpíada do Rio, vários atletas tiveram problemas devido ao calor – na marcha atlética, 11 de 18 competidores sucumbiram e um desmaiou.

* Na Rio 2016 provavelmente não haverá quebra de recordes em diversas modalidades. Na maratona, por exemplo, não há registro de recorde em locais com temperaturas acima de 12°C em qualquer trecho dos 42,195 km do percurso oficial da prova olímpica. O Rio de Janeiro dificilmente apresentará uma condição climática tão fresca.

Como medida de adaptação, as provas de atletismo nos JOGOS DO RIO SÓ ACONTECERÃO DE MANHÃ E NO FIM DA TARDE, e os jogos de futebol em Manaus foram transferidos para a noite.

O CLIMA QUENTE TAMBÉM TENDE A REFORÇAR AS DESIGUALDADES JÁ EXISTENTES HOJE NO ESPORTE DE ALTO DESEMPENHO. A adaptação ao calor exigirá roupas e equipamentos esportivos cada vez mais avançados e caros – portanto, fora do alcance de jovens pobres, que hoje já enfrentam dificuldades para ingressar na carreira esportiva. Um programa de busca ativa de talentos precisa ser desenvolvido como medida de adaptação do esporte nacional.

O aquecimento global já leva médicos do esporte do mundo inteiro ao debate de QUAIS SERIAM AS MELHORES ESTRATÉGIAS PARA EVITAR O ESTRESSE TÉRMICO EM ATLETAS. Hoje se discute o resfriamento prévio do corpo, por ventilação e até mesmo por aplicação de gelo.

Índice

Capítulo 1:
Clima e saúde
Pág. 4

Capítulo 2:
Impactos: hoje
Pág. 14

Capítulo 3:
Impactos: amanhã
Pág. 20

Expediente

Pesquisa e textos:
Lúcia Helena de Oliveira, Wagner Prado e Claudio Angelo

Edição:
Claudio Angelo

Diagramação:
Daniela Fontinele

Infográfico:
Estúdio Labirinto

Realização:
Observatório do Clima

AS NOVAS REGRAS

DO JOGO

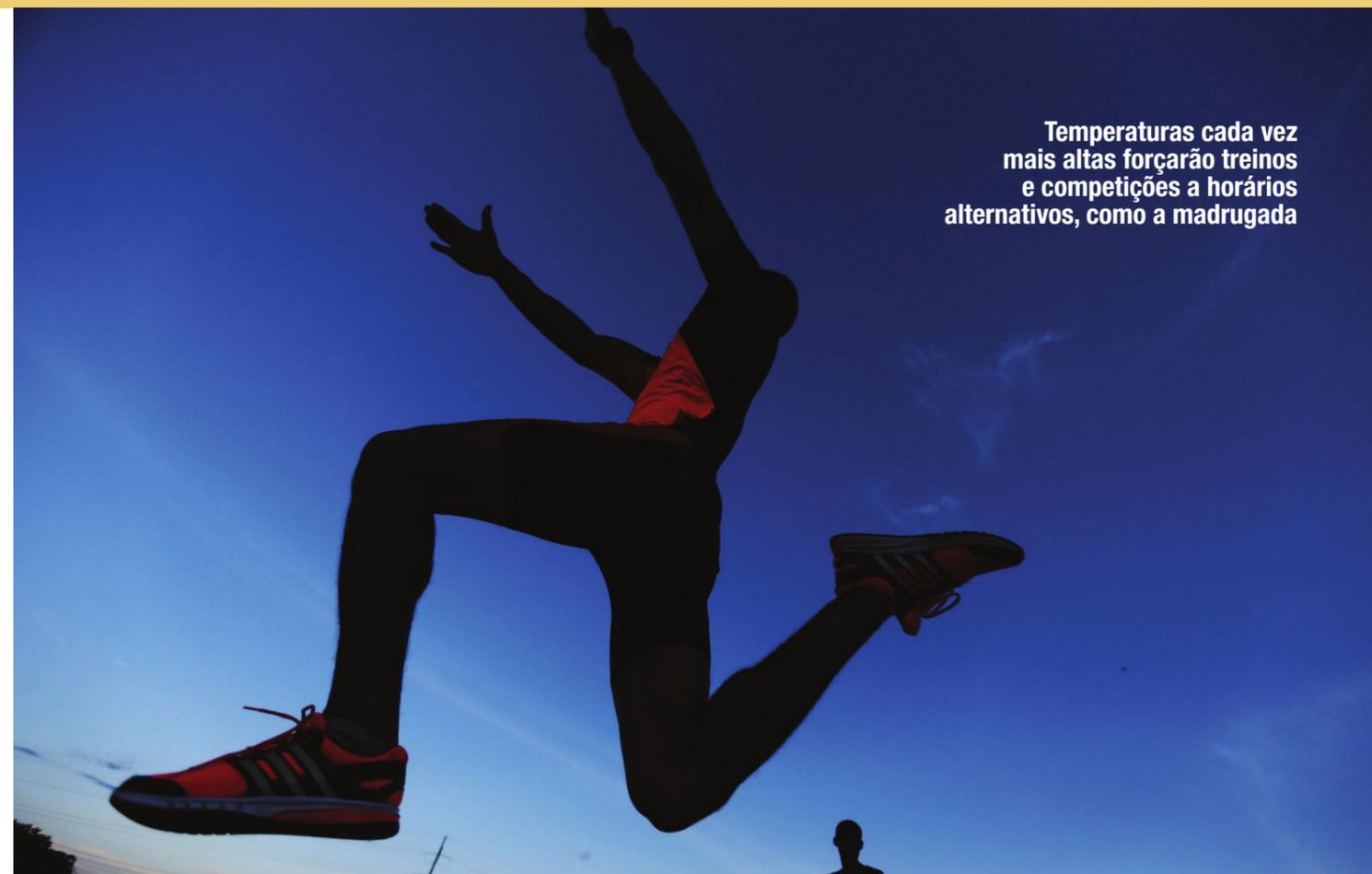
Os eventos-teste para a Rio2016 foram mais do que um balão de ensaio para checar a estrutura e a organização dos Jogos Olímpicos. Os atletas tiveram também uma amostra de como será enfrentar um de seus piores adversários: o aquecimento global. Logo na prova do triatlo, a segunda das 44 competições programadas entre agosto do ano passado e maio último — série, por ironia, chamada de Aquece Rio —, o inverno carioca surpreendeu quem não estava atento às mudanças climáticas. Em pleno agosto, o mesmo mês da Olimpíada pra valer, os triatletas da prova masculina largaram às 14 horas sob um calor próximo dos 35°C e uma umidade relativa do ar de 70%. Naquele instante, o diretor de serviços médicos do Comitê Organizador da Rio2016, João Grangeiro Neto, admite ter ficado apreensivo com o risco de hipertermia, a elevação da temperatura corporal dos atletas, capaz de desencadear reações fisiológicas em cascata, perigosas e por vezes fatais. Segundo ele, por sorte tudo terminou bem e ajustes foram feitos, como mais estações de resfriamento para o atleta ao longo do percurso e rearranjos nos horários dos Jogos, sem confiar tanto na ideia de que eles acontecem na rotulada “estação mais fria do ano”.

O ar quente e úmido continuou castigando os atletas nos eventos-teste. Na prova de

marcha atlética, realizada em um final de semana de fevereiro com uma umidade de 41% e ponteiros marcando 38°C, 11 dos 18 participantes sucumbiram, incluindo os quatro brasileiros — um deles, Samir Sabadin, desmaiou e foi levado de ambulância, acordando em estado de total confusão mental. Já no teste de fogo da maratona, em um abril com termômetros acusando entre 32°C e 34°C, a vitória ficou com o baiano Márcio Barreto da Silva, que cravou 2h31m22. Para os padrões desse esporte, é um tempo muito acima das 2h19m que o próprio Barreto da Silva fez para garantir uma das três vagas do Brasil. Ele é seguro ao afirmar que o calor do Rio de Janeiro é o maior obstáculo para os 80 maratonistas na disputa pelo ouro.

Os eventos-teste esboçam o que será o esporte daqui em diante: uma prática que, por causa das mudanças do clima, frequentemente irá impor risco de vida ao atleta, exigindo bem mais atenção e tecnologia voltada para a saúde e a adaptação térmica antes, durante e depois das provas. Que terá treinos e competições em horários restritos e alternativos, como a madrugada. E, mesmo com tudo isso, as competições devem se tornar mais lentas, com uma proliferação de erros técnicos e dificuldade para quebrar recordes. Por causa do aumento da temperatura global, o esporte nunca mais será o mesmo. Espe-

Temperaturas cada vez mais altas forçarão treinos e competições a horários alternativos, como a madrugada



Roberto Castro/Ministério do Esporte

cialmente em países tropicais, como o Brasil, onde hoje os atletas têm menos acesso a tecnologias de adaptação.

O ser humano é um animal homeotérmico. Seu organismo tenta manter a temperatura interna constante, o mais próxima possível dos 37°C. É nessa faixa que as milhares de reações químicas ocorridas a cada instante se tornam eficientes. Esfriar ou esquentar é, para o corpo, atrapalhar toda a sua fisiologia. Não há hipótese de ampliar esse limite por um período que não seja relativamente curto.

Diante disso, para garantir a sobrevivência, o corpo conta com quatro mecanismos de termorregulação que seguram ou dissipam o calor gerado pelo próprio metabolismo, sendo a sudorese o principal deles (veja

o infográfico na página 12). Mas a eficácia desses mecanismos depende do clima externo. E também tem limites— que são mais rigorosos para crianças e idosos, por exemplo, e muitas vezes impraticáveis para o atleta de uma modalidade que exija resistência, especialmente se feita ao ar livre, em dias úmidos e quentes.

Se os mecanismos de termorregulação não dão conta das altas temperaturas, surgem as doenças do calor. Este é o nome que a ciência passou a dar às consequências do estresse térmico provocado pelo superaquecimento corporal, de acordo com o fisiologista do exercício Orlando Laitano, professor licenciado da Universidade do Vale do São Francisco, em Pernambuco, e pesquisador da Universidade da Flórida, nos

EUA. Ele justifica a nomenclatura: o calor excessivo é um agente que provoca uma reação do sistema imunológico similar à da invasão por um vírus ou por uma bactéria nociva. E, no caso, a reação costuma ser ainda mais rápida e intensa. Um quadro de intermação — a mais grave das doenças do calor — equivale ao de uma sepse, uma infecção generalizada. Por isso, é capaz de matar ligeiro.

Entre as vítimas preferenciais da intermação estão os praticantes de esporte. A explicação está no conceito de eficiência mecânica: as fibras musculares só transformam de 5% e a 25% da energia que obtêm em movimento. O restante é eliminado como calor. O índice máximo do aproveitamento energético — entre 22% e 25% — corresponde ao metabolismo de um atleta profissional, de acordo com os cálculos do fisiologista Paulo Zogaib, professor de medicina do esporte na Universidade Federal de São Paulo. Só que, embora a musculatura do atleta de alto rendimento desperdice menos energia como calor, ele precisa de quantidade fenomenal dela em cada treino ou competição. Ou seja, na prática do esporte, os músculos de um maratonista olímpico viram potentes aquecedores internos — produzindo muito calor em pouco tempo — e seu organismo precisa compensá-los. Mas o aquecimento do planeta torna essa missão muito mais difícil.

A duração do exercício em um dia quente ou, pior, quente e muito úmido, faz diferença. Não há registros de hiponatremia — a queda dos níveis ideais de sódio, elemento químico que escoa do corpo com o suor — em corridas de 100 metros, por exemplo. Mas os episódios se tornam cada vez mais frequentes nas modalidades que exigem re-



Participante de evento-teste de marcha atlética no Rio: 11 atletas sucumbiram ao calor

Ivo Lima/Ministério do Esporte

sistência — o triatlo, a maratona, o futebol e todos os esportes de campo, o tênis e até mesmo as lutas e os coletivos de quadra a partir da barreira dos 30 minutos de esforço com temperatura de bulbo úmido elevada, medida que considera a relação do calor e da umidade (veja pág. 22). E aí o organismo do atleta entra em um círculo pernicioso.

Segundo Zogaib, a partir do instante em que a sensação térmica se iguala ao calor do corpo, a produção de suor se intensifica e, mesmo assim, não consegue resfriar o organismo — dificuldade que cresce na mesma medida da umidade relativa do ar. Sobre a pele, fica o suor profuso, que não evapora. Daí vem a fadiga e a eficiência mecânica despenca daqueles 25% para uns 20%. Resultado: a musculatura passa a eliminar 80% da energia obtida como calor, o que agrava a hipertermia. A fadiga aumenta, diminuindo

a eficiência do músculo. O corpo então esquenta mais um pouco, a eficiência mecânica sofre nova queda. Se a competição não é interrompida, ela pode terminar mal.

Muito antes de chegar a esse ponto, o sistema nervoso reclama de sede. A principal matéria-prima do suor é o líquido retirado da circulação sanguínea. E basta uma leve queda na hidratação — entre 2% e 3% do peso em fluidos corporais — para o cérebro se ressentir do déficit. Antonio Herbert Lancha Júnior, professor da Escola de Educação Física e Esporte da USP, observa que, em jogadores de vôlei, essa perda já é suficiente para atrapalhar a concentração, aumentar o tempo de tomada de decisão e o intervalo de resposta do corpo. Resultado: um maior número de jogadas erradas. Esportes que exigem movimentos extremamente precisos perdem pontos. Isso é observado inclusive

INTERMAÇÃO

Nome dado à forma mais grave de doença por calor, capaz de provocar o colapso do organismo e levar à morte

TEMPERATURA DE BULBO ÚMIDO

Medida de temperatura que leva em conta fatores como calor e umidade relativa do ar para estimar a quantidade de esforço que um ser humano pode fazer

em modalidades como o tiro esportivo, nas quais a hidratação não era um tema tão preocupante na preparação física.

Em trabalhos no campo do futebol, Orlando Laitano conta que os árbitros sofrem prejuízos semelhantes — de líquidos e de capacidade cognitiva. Pesquisas apontam que o calor e a consequente perda de fluidos corporais estão relacionados aos erros de arbitragem. Também há estudos afirmando — como revela Paulo Zogaib — que, quando o suor aumenta em demasia, há uma distorção na percepção de tempo e espaço. Os jogadores de futebol e o próprio juiz deixam de enxergar a bola como deveriam, perdendo a noção da direção exata de onde ela vem e calculando mal a velocidade de aproximação. Tudo isso se traduz, aos olhos do torcedor, como um esporte mais feio, como se o calor afastasse a possibilidade de belas jogadas.

O problema se agrava quando o volume do sangue cai demais, de tanto o suor tirar água da circulação. Como parece não sobrar o suficiente para abastecer os músculos em franca atividade e, ao mesmo tempo, irrigar o exigente sistema nervoso central, é como se este se confundisse e autorizasse o processo

da sudorese a extrair água de outra fonte. Precisamente, do interior das células. Elas então vão se achatando até morrer — neurônios no pelotão de frente. Na maioria das vezes, o quadro é irreversível e, por ironia, os dados apontam que atletas de alto rendimento são os principais personagens quando a história tem esse desfecho. Isso porque a maioria das pessoas sente enjoo e perde o sentidos quando o volume de fluidos corporais diminui por volta de 6% — na desidratação —, enquanto o atleta ignora os sintomas, seja por ter um organismo realmente mais resistente ao mal-estar, seja por questões mais subjetivas, como forçar os limites fisiológicos para não desistir da medalha.

A ameaça não é menor em provas de natação realizadas em águas abertas, sem o controle de temperatura de uma piscina. Há algum tempo o triatlo registra uma incidência de mortes relativamente alta perto de outras modalidades. Chama a atenção dos cientistas que a maioria não ocorre nas etapas terrestres — a do ciclismo e a da corrida —, mas nos primeiros 4 km da natação. Antes, elas passavam por casos de afogamento. Hoje se sabe, porém, que a intermação em águas abertas vinha sendo subestimada. Tanto que, recentemente, a Federação Internacional de Natação proibiu a realização de provas oficiais quando a água está igual ou acima dos 31°C, que é a nossa temperatura periférica média. Isso porque o corpo humano depende totalmente da condução do calor da pele para o meio aquático como forma de termorregulação. Se o corpo está submerso, suar não tem efeito. Tanto assim que os nadadores de alto rendimento costumam ficar com glândulas sudoríparas atrofiadas e, se praticam uma atividade física terrestre, sofrem de hipertermia com facilidade.

ADAPTADOS PELA GENÉTICA?

Já se especulou se os maratonistas africanos teriam alguma mutação genética que os tornasse mais resistentes ao calor excessivo. Depois de vasculhar toda a extensão do DNA de mais de 200 atletas da África, porém, não se viu nada diferente. Nenhuma porção do DNA humano, entre os 2.445 genes que interagem com o treinamento físico, é capaz de aliviar o calor. Rodrigo Dias, pesquisador do Laboratório de Genômica Funcional do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo, conclui que se trata de um fenômeno de fisiologia de lastro, ou seja, a soma de adaptações ao meio onde se cresceu. Assim como nadadores tendem a apresentar glândulas sudoríparas atrofiadas, é possível que atletas nascidos e criados em zonas quentes do planeta produzam, por exemplo, um suor mais diluído, sem tanta perda de sais.

Não é de hoje que o treinamento de esportistas aposta em sua capacidade de adaptação. Eles aterrissam nos locais das provas alguns dias antes justamente para proporcionar ao corpo a oportunidade de se aclimatar. Isso é rotina. A novidade é que o calor crescente exige dos atletas de elite viagens mais longas e frequentes para treinar durante várias semanas em países com o clima parecido com o da cidade-sede de uma grande competição. Isso quando não se apela para o extenuante treinamento em câmaras, como a existente na Universidade Federal de Minas Gerais. Ali, fechados em um espaço de 4 m por 4,40 m, dez atletas pedalam ou um grupo de até cinco correm na esteira, com a umidade regulada conforme a necessidade e uma temperatura que pode ir de 5°C a 60°C.

Alex Ferro/Rio2016

Os casos de mortes em competições de natação em águas abertas fizeram a federação internacional proibir provas oficiais quando a água chega a 31°C



Segundo o fisiologista Emerson Silami Garcia, hoje aposentado na UFMG e professor convidado da Universidade Federal do Maranhão, para se preparar para um jogo no clima brasileiro, em geral a temperatura da câmara é regulada para 45°C, insuportáveis nos primeiros quatro dias de suadeira. A prescrição é se exercitar nessa espécie de sauna duas horas por dia, ao longo de duas semanas. Seria a intensidade de treino de que o organismo precisa para aprender a elevar a frequência cardíaca mais devagar e, ao mesmo tempo, começar a suar (e, portanto, a se resfriar) mais cedo, produzindo um suor com menos sais também. Isso tudo retarda o aparecimento de sintomas do calor.

Os cientistas também buscam saídas para amenizar o mal-estar do organismo durante as provas. Garcia recentemente testou um capacete de gelo que poderá fazer parte do uniforme de modalidades como o atletismo. Ele serve, claro, para esfriar a cabeça, que é extremamente irrigada. O objetivo, porém, é enganar o hipotálamo, área cerebral que faz as vezes de termostato do corpo humano. Ele sinalizaria a queda de temperatura para o corpo, reduzindo a sensação de fadiga. A investigação do uso do capacete levanta um ponto crítico: até que ponto o artifício de enganar o hipotálamo faria bem, enquanto o corpo pena de calor do pescoço para baixo.

Segundo os especialistas, questionamentos assim, de olho nos termômetros, se tornarão mais corriqueiros no mundo esportivo. E não só para mudar o horário ou adiar competições. E, sim, para avaliar o clima ideal para cada modalidade e, mais do que isso, para cada atleta.

A ciência do esporte caminha para a customização. O próprio Laitano está por trás da chamada “garrafa inteligente”, que desenvolveu como consultor do Instituto Gatorade de Ciência do Esporte. Ela foi testada pela primeira vez pela Seleção Brasileira de Futebol na Copa de 2014 e deverá ser lançada em 2018. O cientista analisou a composição do suor de cada atleta. Ao mix de sais, pessoal e intransferível, foi acrescentado sabor e tudo foi parar em cápsulas como as de café espresso. Graças a um chip, a tampa da garrafa avisa a equipe técnica quantos goles cada jogador deu e se é preciso ajustar o padrão de reidratação. Outro equipamento em teste segue a mesma lógica: uma máquina como aquelas dispensadoras de bebida. Só que esta faz o scanner da mão do atleta, cruza os dados da composição do suor com a temperatura do bulbo úmido e a intensidade do treino. Pronto: é servido o isotônico sob medida.

É animador ver que a ciência do esporte se prepara para enfrentar os tempos quentes. O desalento é saber que tudo poderá ter efeito paliativo. O isotônico customizado melhorará as condições físicas de um maratonista, por exemplo. Mas, pelo limite de esvaziamento do seu aparelho gástrico — em torno de 1 litro por hora —, não conseguirá repor os 2 ou 3 litros de suor que ele tende a perder no mesmo período, se a temperatura de bulbo úmido alcançar 32°C. Sem contar que, caros, esses equipamentos — que deixarão de ser luxo para se tornar itens de segurança — tendem a aumentar o abismo social entre os menos favorecidos e o esporte, ainda mais no Brasil, onde poucos têm acesso a clubes, não há uma política para rastrear novos talen-



Adaptação irá exigir tecnologias cada vez mais sofisticadas e caras, o que tende a elitizar ainda mais o esporte profissional no país

Mathilde Molla/Rio2016

tos, nem para estimular o esporte por meio da promessa de entrar em uma universidade, como nos Estados Unidos.

E não será preciso ver o planeta atingir níveis perigosos de aquecimento para o calor atrapalhar os Jogos. Na Rio2016, provavelmente não haverá quebra de recordes em diversas modalidades. A maratona é ótimo exemplo. Sabe-se que o melhor desempenho de um maratonista ocorre entre 8°C e 11°C — não há registro de recorde em locais com temperaturas acima de 12°C em qualquer trecho dos 42,195 km do percurso oficial da prova olímpica e o Rio de Janeiro dificilmente apresentará uma condição climática tão fresca.

Rendimento, porém, é só um lado da questão. O principal estrago que o clima faz ao esporte é deixar de associá-lo à saúde. E isso já nos dias de hoje. Especializado em atividade física adaptada, Luzimar Tei-

xeira, da Escola de Educação Física e Esporte da USP, se preocupa com a poluição atmosférica, que frequentemente tem a mesma origem que o aquecimento do globo — a queima de combustíveis fósseis. Isso porque o volume respiratório aumenta durante a prática da atividade, especialmente no calor. Conseqüentemente, o atleta pode tragar mais dióxido de enxofre, particulados finos outros compostos que provocam danos imediatos aos pulmões.

Pessimista, o pesquisador prevê uma geração relativamente jovem de ex-atletas com

problemas respiratórios graves, como se fossem doenças laborais. E, sarcástico, avisa que, em dias quentes em locais poluídos, é mais saudável sair para beber cerveja (à sombra) do que fazer esporte ao ar livre. Renata Nakata Teixeira, da Faculdade de Medicina da mesma USP, investiga os broncoespasmos, momentos de sufoco passados por esportistas das modalidades de resistência durante as provas e que, depois, favorecem o desenvolvimento de asma nesses atletas. Segundo ela, a literatura médica aponta que há mais registros nas competições realizadas em temperaturas acima do aceitável.

Entre os paradoxos de um mundo superaquecido, está ainda a descoberta publicada em fevereiro último por Orlando Laitano: o músculo estriado esquelético — aquele que se prende aos ossos pelos tendões e se encarrega dos nossos movimentos voluntários — tem uma função endócrina. Ele secreta mensageiros químicos, as mioquinas (citoquinas musculares) que interagem com o sistema imunológico e com diversos órgãos, protegendo o organismo dos efeitos agudos do calor. No entanto, só a musculatura muito bem preparada secreta essas substâncias. Se não está em condições, digamos, atléticas, fazem o inverso: secretam os agentes pró-inflamatórios capazes de levar à morte por intermação. Eis a questão que o cientista propõe: será que dá para ter músculos extremamente bem preparados nesse clima?

“ Em dias quentes em locais poluídos, é mais saudável sair para beber cerveja (à sombra) do que fazer esporte ao ar livre

Luzimar Teixeira, professor da Escola de Educação Física e Esporte da USP

Como o calor prejudica o organismo do atleta



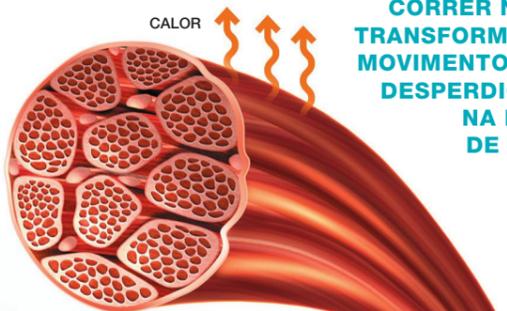
EM CONDIÇÕES NORMAIS DE TEMPERATURA E...

Pela duração da prova, a maratona é parâmetro nos estudos sobre termorregulação

MÚSCULOS GERAM CALOR

Quando se contraem, as fibras dos músculos esqueléticos, responsáveis pelos movimentos voluntários do corpo, sempre eliminam calor. No esporte de alto rendimento, essa liberação aumenta até 25 vezes e a musculatura se torna um potente aquecedor.

3/4
DA ENORME QUANTIDADE DE ENERGIA QUE OS MÚSCULOS DO ESPORTISTA CONSOMEM PARA CORRER NÃO SE TRANSFORMAM EM MOVIMENTO E SÃO DESPERDIÇADOS NA FORMA DE CALOR



TEMPERATURA CENTRAL

Ela deve ficar perto dos 37°C. Já a da pele, dos 31°C, já que o calor corporal vem de dentro para fora. Na maratona, porém, os músculos provocariam a elevação de 1°C a cada cinco minutos, se o organismo não contasse com mecanismos de termorregulação.

TENDÊNCIA DE AUMENTO



PROJEÇÃO SE O CORPO DO ATLETA NÃO CONSEGUISSSE SE RESFRIAR



PROBLEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Com a ordem cerebral para a circulação privilegiar a pele, a fim de resfriar o corpo, os músculos em atividade intensa reclamam, por sinais químicos, da falta de abastecimento sanguíneo.



CORAÇÃO ACELERADO

É uma das respostas do corpo, além de fechar e abrir diversos vasos menores, para normalizar a circulação na musculatura ativa, sem deixar de conduzir o calor para a superfície.



RESPIRAÇÃO RÁPIDA

O ritmo respiratório aumenta para acompanhar a aceleração do coração, oxigenando o sangue. Isso, porém, não eleva significativamente a perda de calor pelo ar expirado.

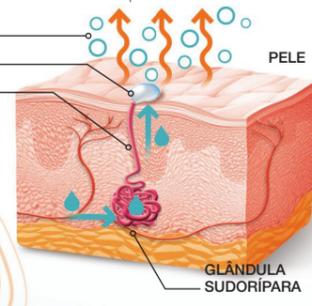


PELO AR

Quando o corredor expira, se a temperatura externa é menor do que a do seu corpo, ele perde até 15% do excesso de calor produzido pelos músculos por condução e outros 3% pelo vapor que sai junto.

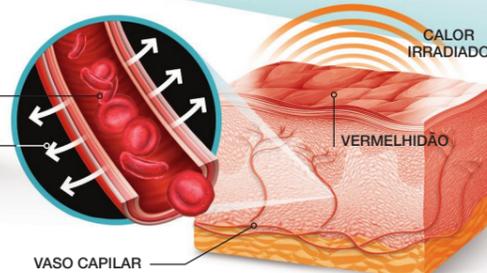
PELO SUOR

O sistema nervoso manda que as glândulas sudoríparas aumentem a produção desse líquido que, ao se evaporar, resfria o corpo. Aliás, é a única saída para o calor se a temperatura do meio é igual ou maior do que a interna.



POR IRRADIAÇÃO

Os capilares da pele se dilatam, conduzindo o calor para a superfície. Desse modo, 60% do excedente de temperatura gerado pelos músculos ativos é liberado como raios infravermelho. Isto é, em uma corrida no clima ameno.



IMPACTO DA TEMPERATURA AMBIENTE NO RENDIMENTO



...QUANDO O TEMPO ESQUENTA E FICA ÚMIDO

Se a sensação térmica se iguala à temperatura do corpo, o esporte pode se tornar arriscado.



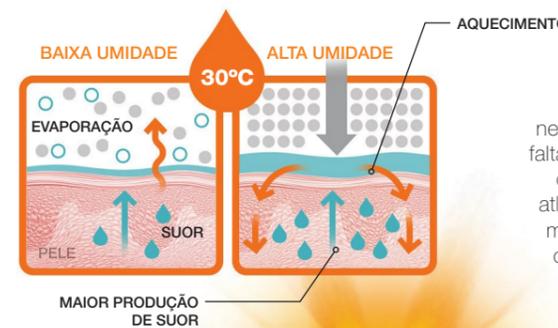
ÚNICA ALTERNATIVA

Nessas condições, a irradiação e a condução deixam de fazer efeito. O sistema nervoso tira proveito do mecanismo que lhe resta para sobreviver ao calor: a sudorese. O maratonista já perde 1,5 litro de suor por hora.



FATOR UMIDADE

Se ela é alta, o suor não seca, a temperatura central não diminui e o sistema nervoso ativa ainda mais as glândulas sudoríparas. Há muita perda de líquido e sais, o que provoca o efeito-cascata do estresse térmico.



DOR DE CABEÇA

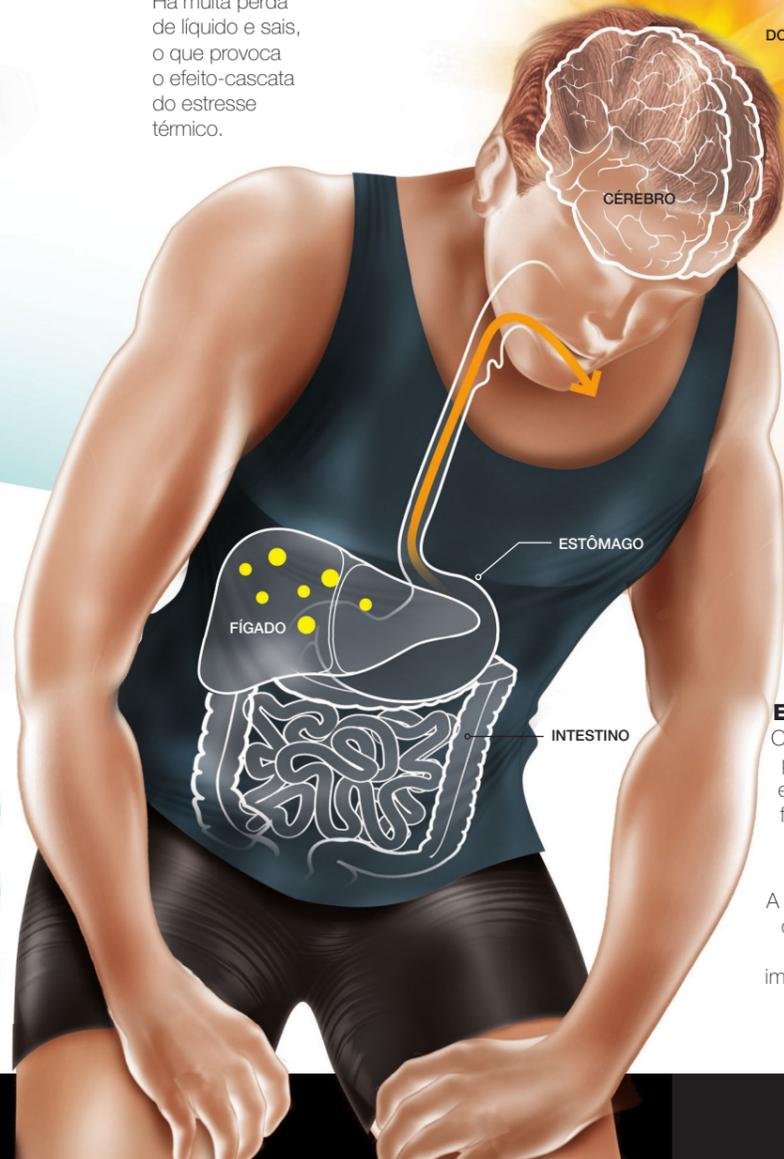
Lancinante, ela sinaliza a desidratação. Os neurônios não suportam a falta de água, perdida com o suor. Na sequência, o atleta apresenta confusão mental e costuma perder os sentidos. Pode haver convulsão e morte.

LOCOMOÇÃO PREJUDICADA E CONTRAÇÕES

A comunicação do sistema nervoso com a musculatura fica ineficiente. Os movimentos se tornam descoordenados e lentos. Há perda de força e contrações por falta de sódio e potássio perdidos pelo suor. O corredor tende a despencar no chão por exaustão.



2%
DE DIMINUIÇÃO NOS FLUIDOS CORPORAIS JÁ BASTAM PARA DIMINUIR A CONCENTRAÇÃO E PREJUDICAR A TOMADA DE DECISÕES, ENTRE OUTRAS FUNÇÕES CEBRAIS



ESTÔMAGO EMBRULHADO

O sangue deixa de circular direito pelo aparelho digestivo. Surge o enjoo, tentativa do organismo de fazer o atleta parar a todo custo.

NO FÍGADO

A perda de líquido das células e a quebra de proteínas faz o fígado liberar toxinas que o sistema imune encara como uma bactéria. O corpo entra em choque.

A TEMPERATURA DO CORPO DO ATLETA

ACIMA DE 40 GRAUS CELSIUS
Surge a intermação e, com ela, uma fortíssima ameaça à vida.

40 °C
Não há nada a fazer, a não ser abandonar a competição imediatamente. Nem adiantaria insistir, por total falta de condições físicas.

ENTRE 38 °C E 40 °C
quando o organismo do esportista alcança essa faixa, ele já apresenta os sinais das doenças de calor, como dor de cabeça, contrações e enjoo.

ENTRE 37 °C E 38 °C
nas provas de maior resistência e duração como a maratona, é até esperado que a temperatura central se estabilize nessa faixa.

37° C
é a temperatura interna normal do ser humano.

CALOR E ESPORTES: UMA RELAÇÃO CONTURBADA

Em 23 de setembro de 2015, um jogo do campeonato brasileiro de futebol feminino em Teresina, Piauí, entrou para a história do esporte nacional. A partida entre Tiradentes (PI) e Viana (MA) terminou em 10 x 0 para as donas da casa, não por superioridade técnica, mas devido a um fator externo: o clima. O calor extremo na capital piauiense às 15h fez com que nove jogadoras da equipe maranhense passassem mal em campo, diagnosticadas com desidratação e fadiga. Cinco precisaram ser levadas ao hospital. O jogo foi interrompido aos 36 minutos do segundo tempo por falta de atletas. Todas as jogadoras se recuperaram depois.

A mesma sorte não teve o ciclista sul-matogrossense Marlus de Souza Freitas. Em 18 de outubro de 2015, ele passou mal sete horas após uma prova de 102 quilômetros em Rochedinho, distrito de Campo Grande, disputada sob calor de 40°C. Freitas morreu vítima de desidratação severa na Santa Casa de Campo Grande.

Os dois casos ocorreram num dos períodos mais quentes da história do Brasil, no ano mais quente já registrado desde que as medições com termômetros começaram no mundo, no século XIX. Em setembro e outubro de 2015, várias cidades brasileiras

bateram recordes históricos de temperatura, devido à ação combinada de um El Niño forte e uma tendência subjacente de aquecimento do planeta devido aos gases de efeito estufa. E são indicativos do que pode vir por aí para os esportes – e para todas as demais atividades – nas próximas décadas, num Brasil cada vez mais quente.

Temperatura ambiente e a umidade relativa do ar estão ligadas à capacidade do homem de regular a temperatura do corpo. Durante o exercício, o corpo humano está sempre trabalhando para manter a homeostase, ou seja, o equilíbrio fisiológico. Mas, em algumas situações adversas, há uma tendência à perda desse equilíbrio. O organismo humano funciona dentro de limites muito estreitos de temperatura, entre 36,5°C e 38°C. Como a temperatura central do corpo oscila pouco, a exposição ao calor ou frio faz com que ele crie mecanismos para gerar ou manter calor nas baixas temperaturas e dissipar calor nas altas temperaturas.

A temperatura central do corpo em repouso é de 37°C e aumenta para 38,5°C a 75% de esforço durante o exercício. Esse valor não aumenta mais porque existem os mecanismos de termorregulação; sem eles, a temperatura central do organismo subiria 1°C a cada cinco minutos de exercício in-



Jogadora do Viana (MA) passa mal em campo devido ao calor em Teresina

Wilson Filho/Cidade Verde

tenso. O calor excessivo prejudica o corpo de duas formas: facilitando a desidratação em condições de baixa umidade relativa do ar e impedindo que o corpo dissipe calor em condições de alta umidade relativa. Nos dois casos, no limite o corpo entra em choque, incapaz de regular a temperatura interna – a chamada “lesão térmica exercional” e a vítima pode morrer.

As temperaturas cada vez mais altas têm exigido e exigirão ainda mais um esforço de adaptação do setor dos esportes, uma atividade que movimentou R\$ 67 bilhões em 2012 (1,6% do PIB do Brasil) e que está em máxima evidência no país em 2016 devido aos Jogos Olímpicos do Rio.

A própria Olimpíada já se mexeu nesse sentido. Os seis jogos de futebol que ocor-

rerão na Arena da Amazônia, em Manaus tiveram seus horários alterados. O comitê organizador do Torneio de Futebol Olímpico em Manaus optou por remanejar os horários dos jogos que aconteceriam no início da tarde. Todos irão acontecer a partir das 18h, devido ao forte calor na capital do Amazonas durante o evento. “Pedimos essa mudança porque o primeiro jogo do dia seria às 13h. Estaria muito quente, tanto para jogadores quanto para o público. Seria inconveniente e optamos por isso por uma questão de saúde pública”, diz Mario Aufiero, coordenador estadual do Comitê Manaus 2016.

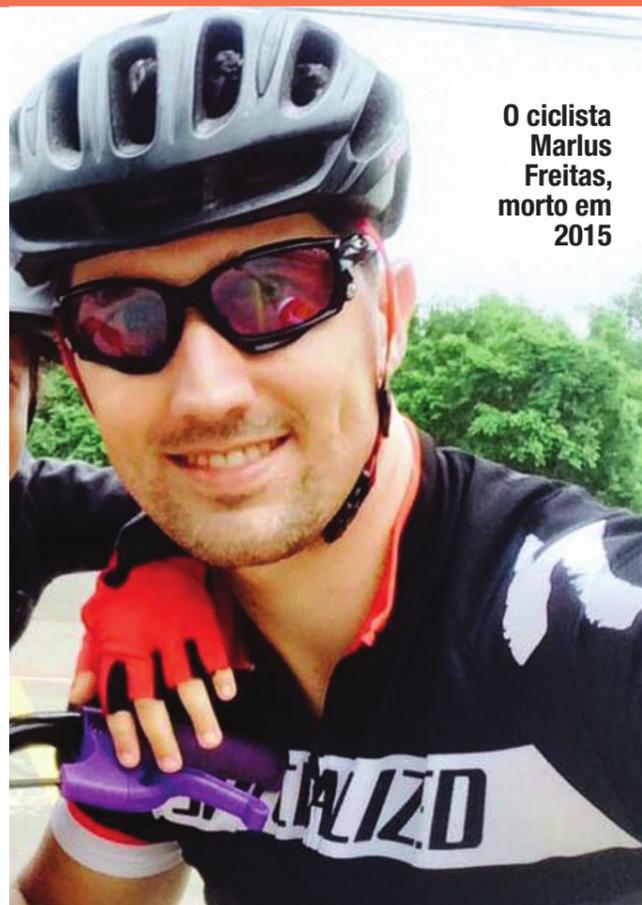
Quem também é adepto a que o jogo se faça em horários que não comprometam o desempenho e a integridade física dos atletas é o técnico Tite, da Seleção Brasileira. Re-

centemente, ainda como técnico do Corinthians durante o Campeonato Brasileiro de 2016, ele reclamou publicamente da CBF (Confederação Brasileira de Futebol) por ter marcado a partida entre Corinthians e Botafogo para o horário das 11h. “Para o atleta que tem que trabalhar, o horário é desumano. E não adianta me criticar, pois sei o que estou falando. Jogar às 11h é desumano”, disse. Tite tanto vociferou que a partida teve seu horário alterado para as 16h.

O jogador William Thuram, que disputou o Campeonato Paulista da Série A-2 pelo Mirassol em 2016, faz coro com Tite. “Jogar em temperaturas elevadas não é complicado apenas no Nordeste do Brasil. Joguei naquele horário das 11h em São Paulo durante o verão e é complicado. O corpo é levado a um desgaste sobrenatural. E jogar às 11h muda toda a rotina de preparação. O jogador não dorme direito, não se alimenta direito pela manhã e tem que se submeter a um superesforço em temperatura muito alta”, disse.

Outros jogadores têm sentido o impacto de trabalhar em altas temperaturas. No campeonato carioca de 2010, o atacante Fred, do Fluminense, usou a mesma palavra de Tite – “desumano” – para reclamar de uma partida jogada às 16h (no horário de verão) contra o Bangu no Maracanã, a uma temperatura de 39°C.

No mesmo ano, os futebolistas gaúchos levaram sua reclamação para muito além das entrevistas coletivas após o jogo: o Sindicato dos Atletas Profissionais do Estado foi à Justiça do Trabalho pedir a proibição de partidas entre as 10h e as 18h. Os atletas ganharam em primeira instância, mas a



O ciclista Marlus Freitas, morto em 2015

Reprodução

FGF (Federação Gaúcha de Futebol) recorreu, pois temia não receber das emissoras de televisão as cotas equivalentes à compra dos direitos de transmissão dos jogos.

Durante a Olimpíada do Rio, vários atletas profissionais preveem dificuldades em algumas modalidades. Quem não estiver aclimatado ao calor que faz mesmo no inverno carioca pode perder a chance de medalha. Fernando Meligeni, segundo melhor tenista masculino na história do esporte no Brasil, afirma que durante a Olimpíada do Rio os tenistas europeus terão dificuldade para jogar. “O problema para eles não é tanto a temperatura, mas a umidade. Os tenistas estão acostumados com altas temperaturas e até com mudanças bruscas, saindo de um continente para o outro. O problema no Rio será a umidade. É ela que faz o tenista suar

muito, perder líquido. É mais fácil jogar em clima seco. Acredito que os ingleses e suecos, por exemplo, vão sumir”, afirma.

Tentando amenizar as coisas para os tenistas, a ATP (Associação dos Tenistas Profissionais) instituiu uma obrigatoriedade que defende a integridade física dos competidores: nenhum jogo pode ser iniciado se a temperatura ambiente estiver superior a 34°C. Na final do Brasil Open de 2001, em Salvador (BA), Meligeni sofreu com a alta temperatura. Teve muita perda de líquido e em consequência fortes câibras que o levaram a perder a partida.

Robson Caetano, maior velocista do Brasil e ainda detentor do recorde sul-americano dos 100 metros rasos desde 1988, com a marca de 10 segundos, afirma que tanto o calor excessivo quanto o frio em excesso são inimigos do atleta. “O calor forte dá o desgaste. O frio provoca a contração muscular. Ambos são ruins. Porém, o atletismo procurou se adequar. As provas só acontecem entre as 9h e 12h e são interrompidas. Recomeçam às 17h e vão até as 22h. Isso protege a integridade física dos atletas.”

A mountain biker Raíza Goulão, que vai representar o Brasil na Olimpíada, espera que as temperaturas estejam amenas no Rio. “Existe uma regra no Mountain Bike. As provas são encurtadas quando o calor está muito intenso.” A atleta revela algumas medidas utilizadas pelos atletas desse esporte para fugir do calor. “Se o calor é muito intenso meu aquecimento é reduzido e acrescento na pré-prova colete de gelo e guarda sol para manter o corpo frio até a hora da largada.” Ela também prevê problemas para os atletas europeus em sua modalidade.

“ PALAVRA DE ESPECIALISTA

William Thuram (jogador de futebol)

“Já joguei em São Paulo, durante o Verão, no horário das 11 horas. É complicado. O corpo chega a um desgaste sobrenatural.”

Tite (técnico da Seleção Brasileira)

“Jogo às 11h é bom para o torcedor, que está em casa fazendo o churrasco. Mas para o atleta, que tem que trabalhar, o horário é desumano.”

Robson Caetano (ex-velocista)

“O ser humano é um vírus atacando um ser vivo que é o planeta. Estamos procurando nos adaptar às condições adversas que nós mesmos estamos criando. Todos estamos sofrendo com isso e com o esporte não poderia ser diferente.”

Raíza Goulão (mountain biker)

“Acho que com certeza o calor vai influenciar na Olimpíada, como vimos isso no evento teste. Os europeus não são tão acostumados a tais temperaturas, mas grandes delegações já veem fazendo trabalho de aclimação há algum tempo.”

ADAPTAÇÃO É POSSÍVEL, MAS CUSTA CARO

A Copa do Mundo do Catar, em 2022, será a primeira na história da competição a ser disputada nos meses de novembro e dezembro. Tradicionalmente jogada nos meses de junho e julho na Europa, nas Américas e no Oriente, a primeira Copa do Mundo no Oriente Médio foi transferida para o final do ano por causa do calor – em junho e julho as temperaturas máximas em Doha atingem fácil os 40°C. Se fosse jogada no meio do ano, as temperaturas seriam proibitivas para os atletas. Com a transferência para o final do ano, o período será de final de outono e início do inverno. O novo presidente da Fifa, Gianni Infantino, já anunciou oficialmente que a final da Copa de 2022 será em 18 de dezembro, a uma semana do Natal.

Mesmo assim, os organizadores estão construindo estádios climatizados para a competição. “Nossos planos não mudaram. Os estádios não serão unicamente para o Mundial, temos também um campeonato nacional que pode aproveitá-los, mesmo que joguemos de setembro a maio, quando faz menos calor. A climatização será introduzida aos estádios de qualquer maneira, e pode abrir os horizontes para outros países, pois também é aplicável a espaços abertos e públicos. Outros países que não podem organizar eventos deste tipo devido ao clima vão

poder trabalhar conosco para encontrar uma solução”, afirmou Nasser Al Khoter, presidente do Comitê Organizador da Copa de 2022. A tecnologia, claro, virá a um custo: a Copa no deserto deverá custar ao Catar US\$ 30 bilhões, ou algo em torno de R\$ 100 bilhões. Para comparação, a Copa de 2014 custou ao Brasil R\$ 27 bilhões.

Fernando Maia/Agência O Globo



O atacante Fred, do Fluminense, se refresca durante jogo com o Bangu em 2010

O Catar está levando tão a sério a realização da Copa num país quente que mandou médicos ao Brasil em 2014 para estudar o desempenho dos atletas nos dias mais quentes da competição. Dois jogos (Suíça e Honduras em Manaus e Holanda e México em Fortaleza) foram jogados em condições de extremo risco para lesão térmica, o que fez a Fifa determinar paradas técnicas de 3 a 4 minutos após 30 minutos de jogo para descanso e hidratação dos jogadores. Um estudo feito por eles e publicado no periódico médico *British Medical Journal* indicou que, em jogos nos quais a temperatura se aproximava dessas condições extremas, os atletas reduziam a velocidade dos arranques e percorriam distâncias menores a cada corrida. Por outro

lado, também aumentavam a eficiência dos passes, o que os pesquisadores atribuem a um esforço inconsciente de adaptação do organismo de jogadores profissionais.

A indústria têxtil tem contribuído também com os chamados tecidos inteligentes, utilizados para ou manter o corpo dos atletas aquecidos nas baixas temperaturas ou refrigerar o corpo nas temperaturas mais altas.

No tênis, desde o Aberto da Austrália de 2014, quando as temperaturas bateram 40°C, só os jogos marcados para as Arenas Rod Laver e para a Hisense Arena, que possuem teto retrátil acontecem. Os demais, em quadras abertas, são transferidos para datas posteriores.



PALAVRA DE ESPECIALISTA

Flavio Saretta (ex-tenista)

“Jogar no Rio é desgastante. Temperatura alta, umidade. Tem que estar muito bem preparado, hidratado e com muito foco. Senão, o clima te destrói.”

Turibio Leite de Barros (fisiologista)

“Os jogos às 11h são um sucesso de público e até se tornam mais convenientes para um domingo pelo horário. Entretanto, os ‘artistas’ responsáveis pelo espetáculo são expostos a um risco que precisa ser evitado.”

O NOVO CLIMA DO BRASIL

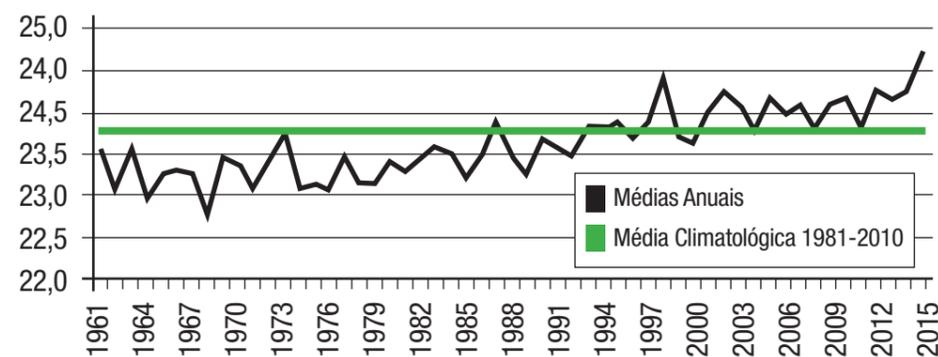
O Brasil já sofre os impactos do aquecimento global. No entanto, não é tão simples saber a exata extensão desse efeito. Primeiro, porque as séries de dados por aqui são muito esparsas, muito recentes ou as duas coisas. Além disso, a América do Sul sofre forte influência dos ciclos naturais e de longo prazo de aquecimento e resfriamento dos oceanos Atlântico e Pacífico¹. Dois desses ciclos têm enorme peso na variação das temperaturas no país: o El Niño, no Pacífico, e a Oscilação Multidecadal do Atlântico. O “ruído” da variabilidade natural é tão alto que torna difícil distinguir o “sinal” da mudança climática causada pelos gases de efeito estufa.

Outro complicador é o fato de que as estações meteorológicas implantadas nas cidades brasileiras sofrem o efeito das ilhas de calor urbanas. Mesmo com essas incertezas, porém, é possível afirmar que o Bra-

sil esquentou mais do que a média global. Enquanto o mundo aqueceu 1°C no último século², o país aqueceu 1°C somente entre 1961 e 2015, segundo a média de 237 estações meteorológicas mantidas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) em todo o país³. Em alguns lugares o termômetro subiu bem mais do que isso: em Pesqueira, no Ceará, a temperatura média anual subiu 2,4°C entre 1960 e 2000, mais do que o dobro da média mundial⁴.

Uma forte elevação nesse aquecimento ocorreu a partir do início do século XXI, quando as temperaturas ficaram acima da média verificada no período 1981-2010. Aqui, o Brasil acompanha a tendência mundial: 15 dos 16 anos mais quentes da história desde que os registros globais com termômetros começaram, em 1880, aconteceram desde o ano 2000. Os 12 invernos mais quentes dos últimos 50 anos aconteceram entre

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL NO BRASIL DE 1961 A 2015



Fonte: INMET

Temperaturas Médias do Brasil entre 1961 e 2015, em °C, tomando como base as temperaturas médias observadas em 237 estações meteorológicas do INMET.

1998 e 2015, com desvios de temperatura maiores que 3°C acima da média em algumas regiões, segundo o INMET.

A elevação das temperaturas médias, porém, é apenas um dos jeitos possíveis de medir o aquecimento. Quando se quer entender o real impacto das mudanças climáticas sobre a sociedade, é preciso olhar os extremos. Em todo o Brasil, eles estão aumentando. Os climatologistas usam vários indicadores para medir extremos. É possível avaliar, por exemplo, a média das temperaturas máximas de um ano, ou a média das mínimas. Ou o número de noites quentes. Ou o número consecutivo de dias com temperaturas acima de 25°C. Ou o número de dias secos ou úmidos consecutivos.

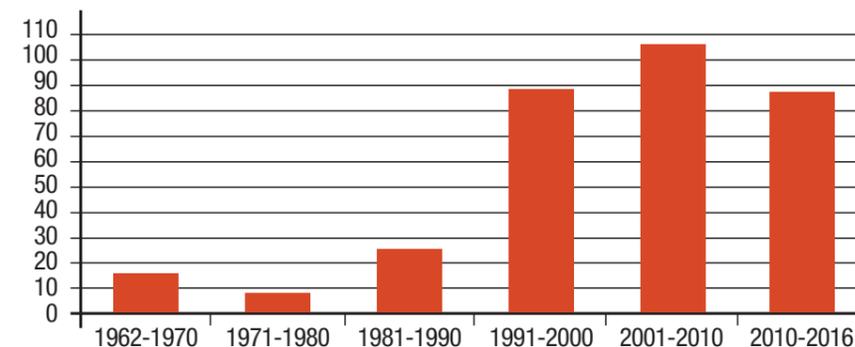
Várias cidades brasileiras têm tido picos de temperatura máxima nos últimos anos, em particular em 2015 – até aqui, o ano mais quente da história, mas que deverá ser superado por 2016. Naquele ano, segundo dados compilados pelo meteorologista Francisco de Assis Diniz, do INMET, bateram recordes absolutos de calor: Manaus (39°C), Goiânia (39,9°C), Belo Horizonte (37,7°C) e

Brasília (36,4°C). A mineira Unaí atingiu em outubro daquele ano 42,5°C. Cuiabá bateu outro tipo de recorde – o de maior número de dias com temperatura máxima igual ou maior a 40°C, 15 ao todo apenas no mês de setembro. Em alguns casos, particularmente na região central do Brasil, o aumento da temperatura vem acompanhado de um aumento no número de dias com baixa umidade relativa do ar.

Outro fator que tem chamado atenção dos climatologistas é a tendência consistente de aumento das temperaturas mínimas no país. Em Brasília, essa elevação foi de 2°C desde 1961⁵, com um aumento no número de noites quentes (o número de noites por década com temperatura maior que 20°C decuplicou na capital entre 1972/1970 e 2000/2010) e um aumento no número dos chamados “dias de verão”, com temperaturas máximas acima de 25°C.

De forma geral, o número de dias quentes consecutivos subiu e o de dias úmidos consecutivos caiu na maior parte do país. A exceção é a região Sul, onde o clima tem sido mais variável e a precipitação tem aumentado.

NOITES QUENTES EM BRASÍLIA



Fonte: INMET

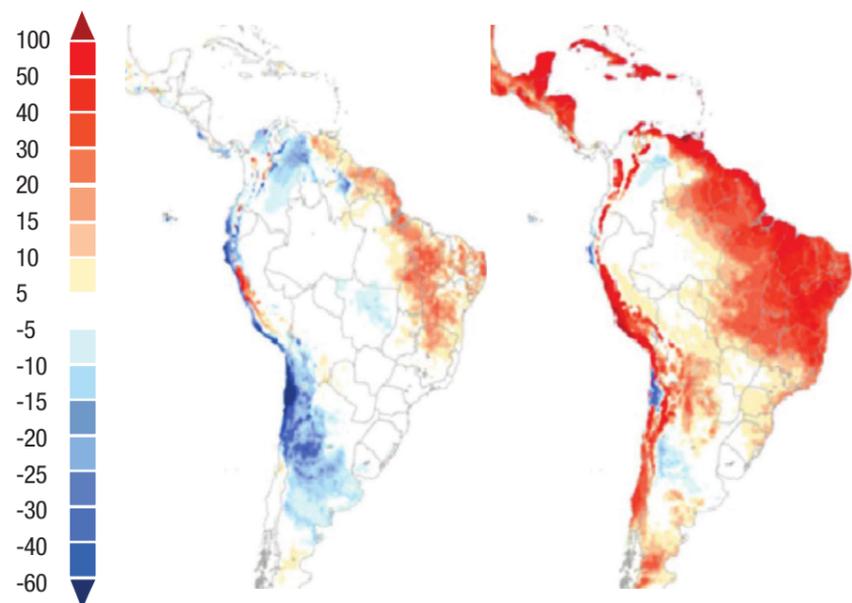
Número de noites por década com temperatura acima de 20°C desde o início dos registros na capital; tendência se repete em outras regiões do país

LIMITES À ADAPTAÇÃO

Esses extremos de temperatura e umidade têm impacto direto sobre o organismo humano, que, como você já viu nos capítulos anteriores, funciona melhor dentro de limites de temperatura muito bem estreitos. Ao longo das últimas décadas, os cientistas têm criado índices para mensurar a resistência do organismo a temperaturas elevadas com base no que se sabe sobre a fisiologia humana. Conhecer tais índices é importante para a saúde do trabalhador – empregadores, por exemplo, precisam saber quanto tempo de trabalho externo seus funcionários podem suportar em lugares muito quentes antes de entrarem em risco de colapso por calor. O mesmo vale para atletas. Dois índices são os mais utilizados hoje em saúde ocupacional: o WBGT (sigla em inglês para “temperatura global do bulbo úmido”) e o UTCL (sigla também em inglês para “índice térmico climático universal”).

O WBGT, o mais comum, consiste numa combinação de parâmetros – principalmente temperatura e umidade – para determinar quanto tempo de exposição um trabalhador suporta por hora de forma a manter a temperatura corporal estável e evitar que o organismo seja prejudicado. A altas temperaturas e alta umidade relativa do ar o corpo não consegue mais dissipar calor pelos mecanismos fisiológicos de dissipação do calor. Nessa situação, a temperatura do corpo sobe, podendo atingir valores fatais.

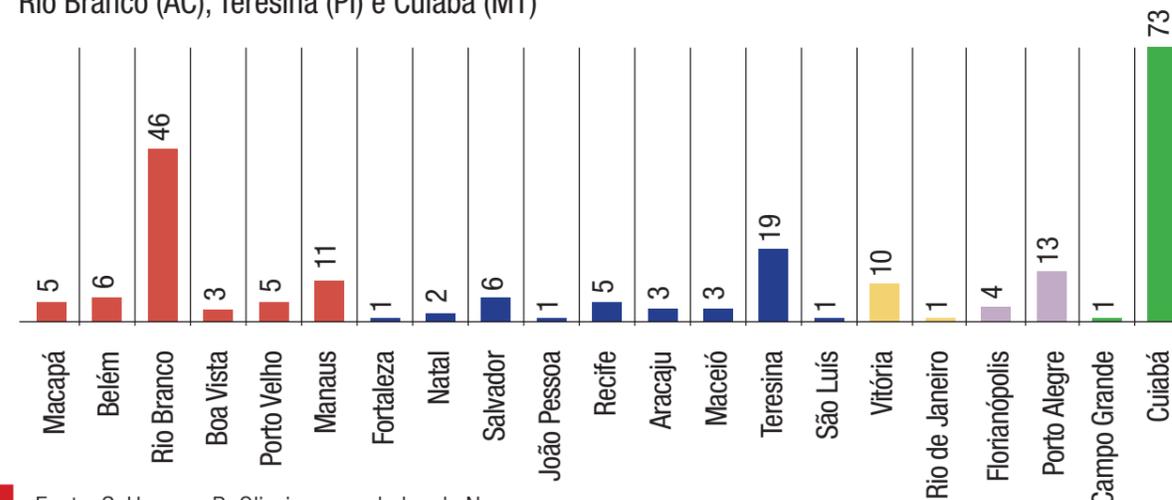
O WBGT é diferente da temperatura máxima: para uma mesma temperatura do ar, o índice será maior em Manaus do que em Cuiabá, dada a alta umidade da capital amazonense. Em São Paulo, por exemplo, uma temperatura máxima de 30°C corresponde a um WBGT de 25°C.



DIAS SECOS CONSECUTIVOS
Os mapas mostram projeções do modelo regionalizado do Inpe para o número de dias secos no Brasil em 2071-2099 em relação ao presente (1961-1990). O mapa da esquerda mostra o melhor cenário, e o da direita, o pior.

NÚMERO DE DIAS COM WBGT > 31°C (1980 - 2015)

Capitais que ultrapassaram o valor de WBGT acima de 31°C de 1980-2015: Rio Branco (AC), Teresina (PI) e Cuiabá (MT)



Fonte: S. Hacon e B. Oliveira, com dados de NOAA

Na literatura, considera-se o WBGT abaixo de 28,6°C como a situação de conforto térmico, na qual um trabalhador aclimatado realizando esforço físico moderado não precisa de pausa em suas atividades. Com 30,6°C, só é possível trabalhar sem risco por meia hora a cada uma hora. Temperaturas de bulbo úmido acima dos 35°C são consideradas o limite do organismo humano: para viver num clima desses seria necessário ajuda de ferramentas para manutenção de condições térmicas adequadas, como acesso ao ar-condicionado 24 horas por dia. Beatriz Oliveira, pós doutoranda e pesquisadora da Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz, no Rio, explica que, segundo os dados registrados, nenhum lugar do planeta ainda ultrapassou temperaturas de bulbo úmido de 35°C por longos períodos. Mas alguns lugares, entre eles o Brasil, já chegaram perto. Entre 1980 e 2015, seis capitais brasileiras tiveram dez ou mais dias com WBGT acima de 31°C. A recordista absoluta é Cuiabá, com 73 dias, seguida de Rio Branco, com 46 dias, segun-

do dados compilados por Oliveira e Sandra Hacon, chefe do grupo de pesquisas sobre meio ambiente e saúde da Fiocruz⁷.

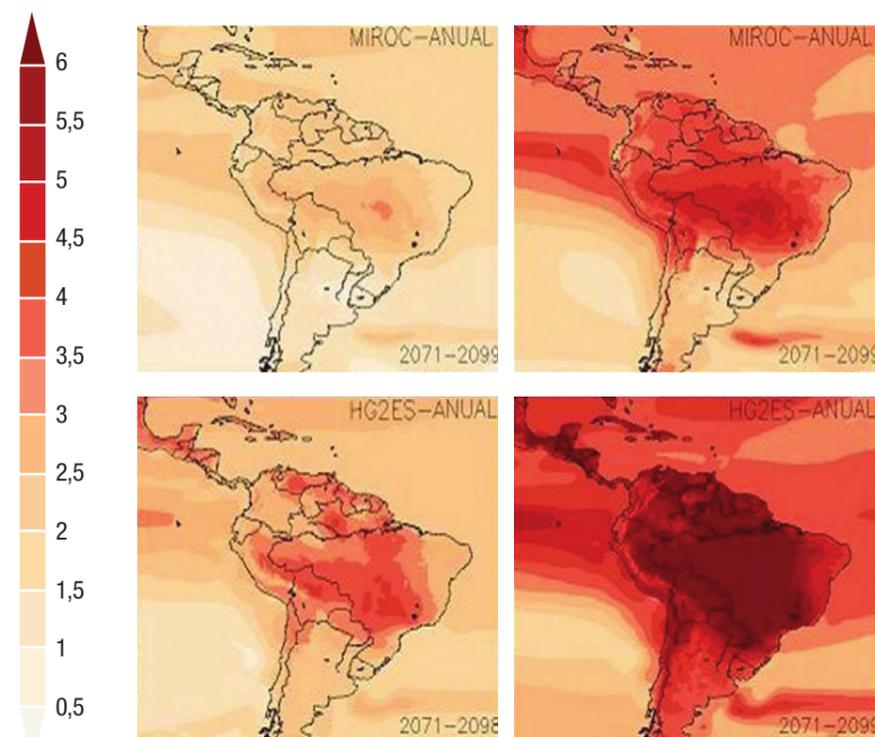
O limite fisiológico também varia de pessoa para pessoa, afirma Oliveira. Dependendo de fatores como resiliência fisiológica de cada indivíduo, condições de aclimação, de moradia e de atividade física, ele pode ser maior ou menor. O índice WBGT também é um parâmetro utilizado nos esportes. A Fifa tem uma regra segundo a qual jogos de futebol precisam ser interrompidos (o chamado “tempo técnico”) quando o WBGT atinge os 32°C. Na Copa do Mundo de 2014, esse limiar foi ultrapassado em dois jogos, em Fortaleza e Manaus. Uma análise do desempenho dos atletas na Copa mostrou que, quanto maior a temperatura, menores eram o número de “sprints” e a distância percorrida pelos jogadores numa corrida⁸. Este relatório usa o critério da Fifa para definir “risco à prática esportiva” como sendo o limiar de temperatura de bulbo úmido de 32°C.

O QUE O FUTURO RESERVA

Se o clima atual inspira preocupação, a situação do Brasil nas próximas décadas pode ser ainda mais severa.

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), comitê de cientistas designado pela ONU para avaliar o estado do conhecimento da humanidade sobre o assunto, publicou em 2013 uma série de resultados de simulações de modelos climáticos globais que mostram um mundo bem mais quente no final deste século se ações drásticas não forem tomadas para cortar emissões de gases de efeito estufa. Esses modelos indicam variados graus de aquecimento global de acordo com a trajetória de

emissões do planeta. No melhor cenário, o chamado RCP 2.6 (que tem esse nome porque nele a energia adicional aportada pelo homem no sistema climático equivale a 2,6 Watts por metro quadrado), a temperatura em 2100 aumenta cerca de 1°C (de 0,3°C a 1,7°C) em relação ao período 1986-2005⁹; no pior cenário, o chamado RCP 8.5 (no qual o aporte da humanidade para o desequilíbrio energético do planeta chega a 8,5 Watts por metro quadrado), a temperatura subiria 3,7°C (de 2,6°C a 4,8°C). Atualmente, mesmo cumprindo à risca as metas propostas pelos países no Acordo de Paris, o mundo ainda esquentaria até 3,1°C em relação à era pré-industrial¹⁰.

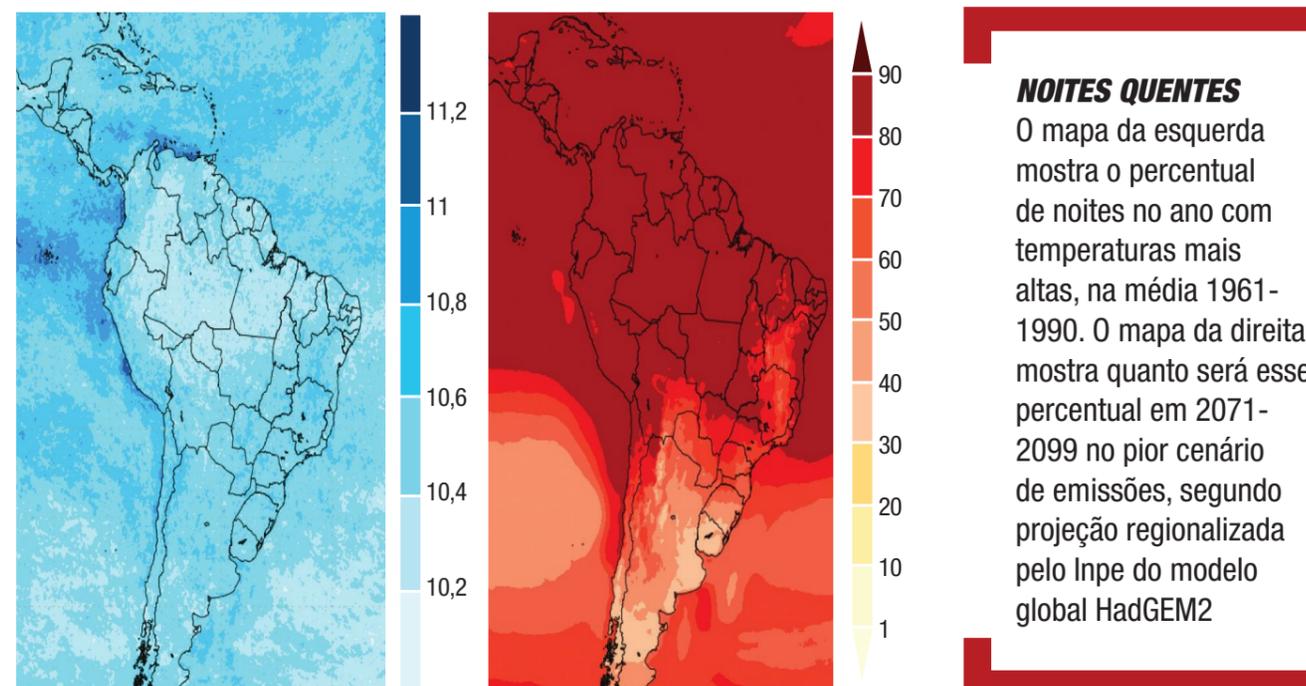
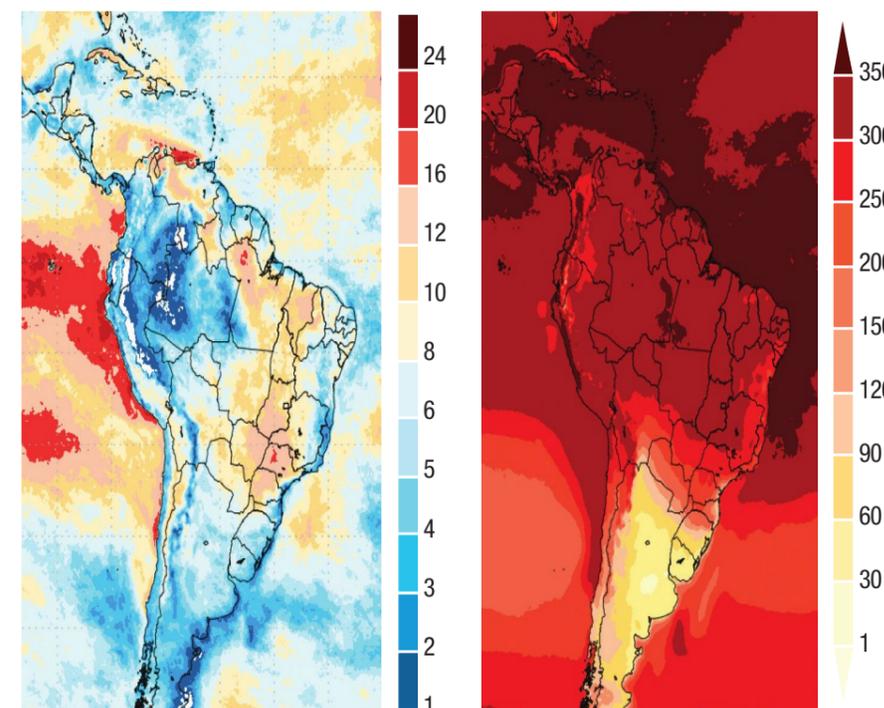


TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS

Os mapas mostram a diferença de temperatura em graus Celsius entre o final do século e os dias atuais no Brasil segundo projeções regionalizadas feitas pelo Inpe a partir de dois modelos globais de clima: o Miroc-5 e o HadGEM2. Os dois mapas de baixo consideram o pior cenário de emissões

DURAÇÃO DE PERÍODOS QUENTES

O mapa da esquerda mostra o número de dias no ano nos quais a temperatura esteve por seis dias consecutivos nos valores mais altos na média entre 1961 e 1990. O mapa da direita mostra a projeção para 2071-2099 desse mesmo indicador no pior cenário de emissões, segundo o modelo global HadGEM2 regionalizado pelo Inpe



NOITES QUENTES

O mapa da esquerda mostra o percentual de noites no ano com temperaturas mais altas, na média 1961-1990. O mapa da direita mostra quanto será esse percentual em 2071-2099 no pior cenário de emissões, segundo projeção regionalizada pelo Inpe do modelo global HadGEM2

Fonte: Chou, S. C. et al., Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 scenarios. American Journal of Climate Change, dec. 20145

Os modelos usados pelo IPCC, porém, têm uma escala de 200 km por 200 km. É uma resolução baixa para fazer prognósticos regionais, já que alguns processos climatológicos que afetam uma região, como sistemas de tempestades, ocorrem em pequena escala. No Brasil, essa brecha está sendo fechada por um grupo do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) liderado por Sin Chan Chou. Eles criaram versões regionalizadas, com células de 20 km por 20 km, de dois modelos climáticos: o britânico HadGEM2, que tende a “enxergar” um mundo mais quente e mais seco, e o japonês MIROC5, que tende a “enxergar” um mundo menos quente e mais úmido.

Esses modelos computacionais foram rodados para tentar entender o que acontecerá com o clima da América do Sul e do Brasil nos anos de 2040, 2070 e 2100 seguindo duas hipóteses possíveis de emissões de CO₂: o cenário RCP 8.5 e um cenário intermediário, o RCP 4.5.

Em todos os cenários, o Centro-Oeste e partes do Sudeste e do Norte do Brasil sofrem aquecimento substancial no fim do

Gabriel de Paiva/Agência O Globo



Termômetro de rua durante onda de calor no Rio em 2003

século. Em 2100, no pior cenário do modelo HadGEM2, partes da Amazônia esquentam 9°C em relação ao presente. Em 2040, o aquecimento previsto pelo modelo MIROC5 chega a 2°C em relação ao presente no verão, enquanto o HadGEM2 prevê até 4°C de elevação.

Os mapas das páginas anteriores mostram simulações da temperatura média anual no Brasil no cenário RCP 4.5 (coluna da esquerda) e no RCP 8.5, conforme projeções do MIROC5 (linha do alto) e do HadGEM2¹¹.

O grupo do Inpe também calculou outros parâmetros de extremos climáticos, como o número de noites quentes – em que as temperaturas noturnas ficam no percentil 90, ou seja, os 10% mais elevados e o número de dias quentes consecutivos. No pior cenário de emissões no modelo HadGEM2, a maior parte do país teria dias quentes se sucedendo praticamente o ano todo. O Brasil estaria permanentemente sob elevado estresse térmico, com risco à saúde da população – em especial idosos e crianças, que têm maior dificuldade de aclimação. Em algumas regiões da Amazônia, seria impossível viver sem acesso a ar-condicionado.

1°

Foi o aquecimento medido no Brasil entre 1961 e 2015, considerando a temperatura média verificada em 237 estações meteorológicas mantidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia no país inteiro

*** 15 anos**

entre os 16 mais quentes já medidos desde o início dos registros globais, em 1880, foram verificados no século XXI. A exceção é 1998, quando um El Niño muito forte elevou os termômetros no mundo inteiro

9°

É o aquecimento máximo previsto para algumas regiões da Amazônia nos cenários de alta emissão simulados para o fim do século pelos modelos climáticos regionalizados pelo Inpe

*** 73 dias**

Foi quantas vezes a cidade de Cuiabá registrou temperaturas de bulbo úmido acima dos 31°C (consideradas de alto estresse térmico) desde 1980; a temperatura de bulbo úmido leva em conta calor e umidade do ar

RISCOS À PRÁTICA DE ESPORTES

Ainda não existe no Brasil um mapa global de temperaturas de bulbo úmido que leve em consideração as projeções regionais do Inpe. Um esforço inicial foi feito por Hacon e Oliveira¹² a partir de dados do projeto Climate Chip, do Ruby Coast Reserch Centre, em Mapua, Nova Zelândia¹³. O grupo neozelandês, liderado pelo sueco Tord Kjellstrom, criou um sistema que permite verificar temperaturas máximas, WBGT e UTCI em todas as localidades do mundo a partir de dados de cinco modelos globais usados pelo IPCC (incluindo o HadGEM e o MIROC). Embora a resolução seja baixa, os dados compilados pelas pesquisadoras da Fiocruz permitem tirar algumas conclusões importantes.

Considerando o pior cenário de emissão (RCP 8.5), 98% dos municípios do Brasil teriam aumento de temperatura média acima de 4°C no final do século. Pelo menos 267 municípios ultrapassariam o WBGT de 35°C no mês mais quente do ano. Esses municípios concentram-se especialmente na região Norte e no Centro-Oeste do país. No total, considerando a população de 2010, seriam 9,5 milhões de pessoas expostas a essas condições, com um esperado aumento no número de internações e mortes por doenças cardiovasculares e respiratórias, especialmente em dois grupos vulneráveis – idosos e crianças.

PERÍODOS DO ANO QUENTES DEMAIS PARA ATIVIDADE FÍSICA NAS CAPITALS, SEGUNDO PROJEÇÃO PESSIMISTA PARA O FIM DO SÉCULO

SÃO PAULO

Período: nenhum
Estresse térmico anual: moderado
Média anual, hoje: 20.8°C
Média anual, 2090: 24.7°C
Diferença: 3.9°C

RIO DE JANEIRO

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 24.1°C
Média anual, 2090: 27.8°C
Diferença: 3.7°C

CURITIBA

Período: nenhum
Estresse térmico anual: moderado
Média anual, hoje: 18.6°C
Média anual, 2090: 22.4°C
Diferença: 3.8°C

PORTO ALEGRE

Período: nenhum
Estresse térmico anual: moderado
Média anual, hoje: 20.5°C
Média anual, 2090: 23.7°C
Diferença: 3.2°C

CUIABÁ

Período: Jan/Mai, Ago/Dez
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27.4°C
Média anual, 2090: 34°C
Diferença: 6.6°C

BRASÍLIA

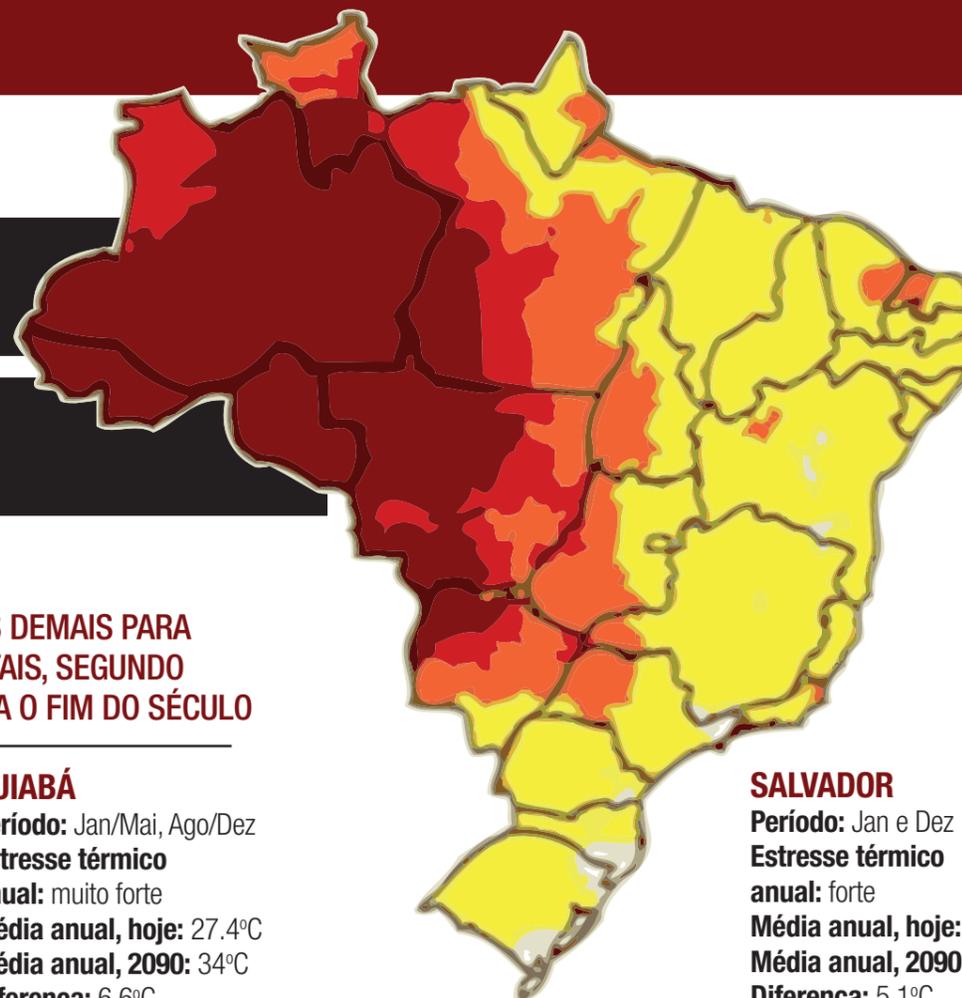
Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 23°C
Média anual, 2090: 28.5°C
Diferença: 5.5°C

GOIÂNIA

Período: nenhum
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 24.9°C
Média anual, 2090: 30.5°C
Diferença: 5.6°C

PALMAS

Período: Fev/Abr, Out/Nov
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27.7°C
Média anual, 2090: 33°C
Diferença: 5.3°C



SALVADOR

Período: Jan e Dez
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 25.3°C
Média anual, 2090: 30.4°C
Diferença: 5.1°C

MANAUS

Período: ano inteiro, exceto julho
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 28.2°C
Média anual, 2090: 34.4°C
Diferença: 6.2°C

RIO BRANCO

Período: ano inteiro, exceto julho
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27°C
Média anual, 2090: 33.5°C
Diferença: 6.5°C

FORTALEZA

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 27.2°C
Média anual, 2090: 30.8°C
Diferença: 3.6°C

TERESINA

Período: Out/Nov
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 28°C
Média anual, 2090: 32.8°C
Diferença: 4.8°C

MACAPÁ

Período: Ago, Out/Dez
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27.6°C
Média anual, 2090: 31.9°C
Diferença: 4,3°C

BOA VISTA

Período: Set/Nov
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27.6°C
Média anual, 2090: 33.3°C
Diferença: 5.7°C

SÃO LUÍS

Período: Out/Dez
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27.9°C
Média anual, 2090: 32°C
Diferença: 4.1°C

CAMPO GRANDE

Período: Fev, Out/Dez
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 25°C
Média anual, 2090: 30.4°C
Diferença: 5.4°C

FLORIANÓPOLIS

Período: nenhum
Estresse térmico anual: moderado
Média anual, hoje: 19.6°C
Média anual, 2090: 22.8°C
Diferença: 3.2°C

JOÃO PESSOA

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 26.3°C
Média anual, 2090: 29.7°C
Diferença: 3.4°C

RECIFE

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 25.8°C
Média anual, 2090: 29.3°C
Diferença: 3.5°C

NATAL

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 26.5°C
Média anual, 2090: 30°C
Diferença: 3.5°C

ARACAJU

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 26°C
Média anual, 2090: 29.8°C
Diferença: 3.8°C

VITÓRIA

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 25.2°C
Média anual, 2090: 28.8°C
Diferença: 3.6°C

BELO HORIZONTE

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 21.7°C
Média anual, 2090: 26.6°C
Diferença: 4.9°C

BELÉM

Período: Abr/Dez
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 27.8°C
Média anual, 2090: 32°C
Diferença: 4.2°C

PORTO VELHO

Período: ano inteiro, exceto Mar/Jul
Estresse térmico anual: muito forte
Média anual, hoje: 26.8°C
Média anual, 2090: 33.3°C
Diferença: 6.5°C

MACEIÓ

Período: nenhum
Estresse térmico anual: forte
Média anual, hoje: 25.5°C
Média anual, 2090: 29°C
Diferença: 3.5°C

Usando os dados de Kjellstrom e colegas e o valor de WBGT considerado pela Fifa como prejudicial aos atletas (“stop play”), é possível estimar também os riscos à prática esportiva no país no fim do século.

No total, 12 capitais brasileiras poderão ter temperaturas de bulbo úmido superiores a 32°C durante alguns meses do ano, períodos nos quais seria arriscado praticar exercícios físicos em ambientes sem climatização. A situação mais dramática é a de Manaus: caso não se faça nada para conter as emissões de gases de efeito estufa, a capital amazonense poderá tornar-se um

lugar vedado ao esporte o ano inteiro. Em Rio Branco, apenas o mês de julho não teria WBGT igual ou superior acima de 32°C. Em Cuiabá, junho e julho.

Considerando o índice UTCI, todas as capitais brasileiras poderão ter algum grau de estresse térmico durante o ano inteiro. Este será moderado em São Paulo, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, forte no Sudeste, no Nordeste e em Brasília e muito forte nas demais capitais do Norte e do Centro-Oeste. Nos meses mais quentes do ano, partes do Centro-Oeste e da Amazônia teriam níveis extremos de estresse térmico.

NOTAS

- 1 – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – Primeiro Relatório de Avaliação – Fifa World Cup in Brazil. British Medical Journal Sports Med, 2015, 49: 609-613
- 2 – Aquecimento verificado em 2015 em relação à média entre 1850 e 1900, segundo a Organização Meteorológica Mundial. Ver: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1167_en.pdf
- 3 – Assis Diniz, F., correspondência pessoal.
- 4 – PBMC, op. cit.
- 5 – Almeida, Morgana V., Índices de Monitoramento e Detecção de Mudanças Climáticas no Centro-Oeste do Brasil. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Campina Grande, dezembro de 2012
- 6 – PBMC, op. cit.
- 7 – Hacon, S., e Oliveira, B., correspondência pessoal.
- 8 – Nassis, G. P., et al., The association of environmental heat stress and performance: analysis of the 2014
- 9 – IPCC, Climate Change 2013 – The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Disponível em <http://www.climatechange2013.org/>
- 10 – Rogelj, J., et al., Paris Agreement proposals need a boost to keep warming well below 2°C. Nature, vol. 534, 30 de junho de 2016.
- 11 – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Brasil 2040 – Resumo Executivo.
- 12 – Nobre, C., Marengo, J., Soares, W., Assad, E., Schaeffer, R., Scarano, F., e Hacon, S., Riscos de Mudanças Climáticas no Brasil e Limites à Adaptação. Sumário executivo. Embaixada Britânica, 2016. Disponível em https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/504489/Clima-Sumario-v3.pdf
- 13 – www.climatechip.org



Observatório
do **Clima**