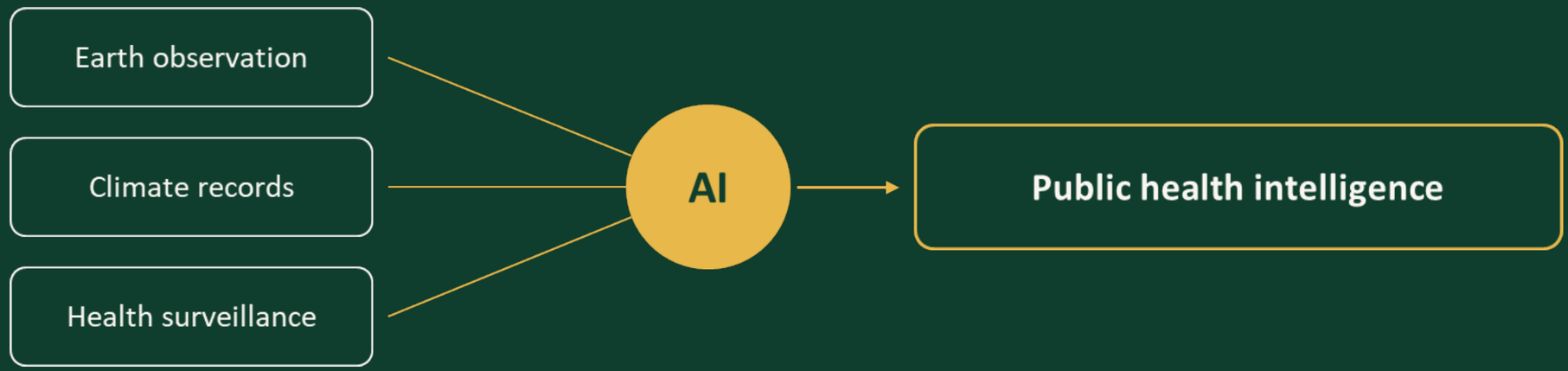
IA para a saúde pública

Usman Nazir, Sara Khalid (pesquisadora principal)

Planetary Health Informatics (PHI) Lab

Universidade de Oxford



Modelando o sinal climático na medição da carga de doenças

Doenças sensíveis ao clima (malária, IRA, emaciação infantil, lesões musculoesqueléticas)

● Enquete ao vivo 1 de 8

Quais três áreas são mais interligadas na saúde pública sensível ao clima?

A Clima, alimentação e saúde

B Clima, transporte e finanças

C Alimentação, educação e tecnologia

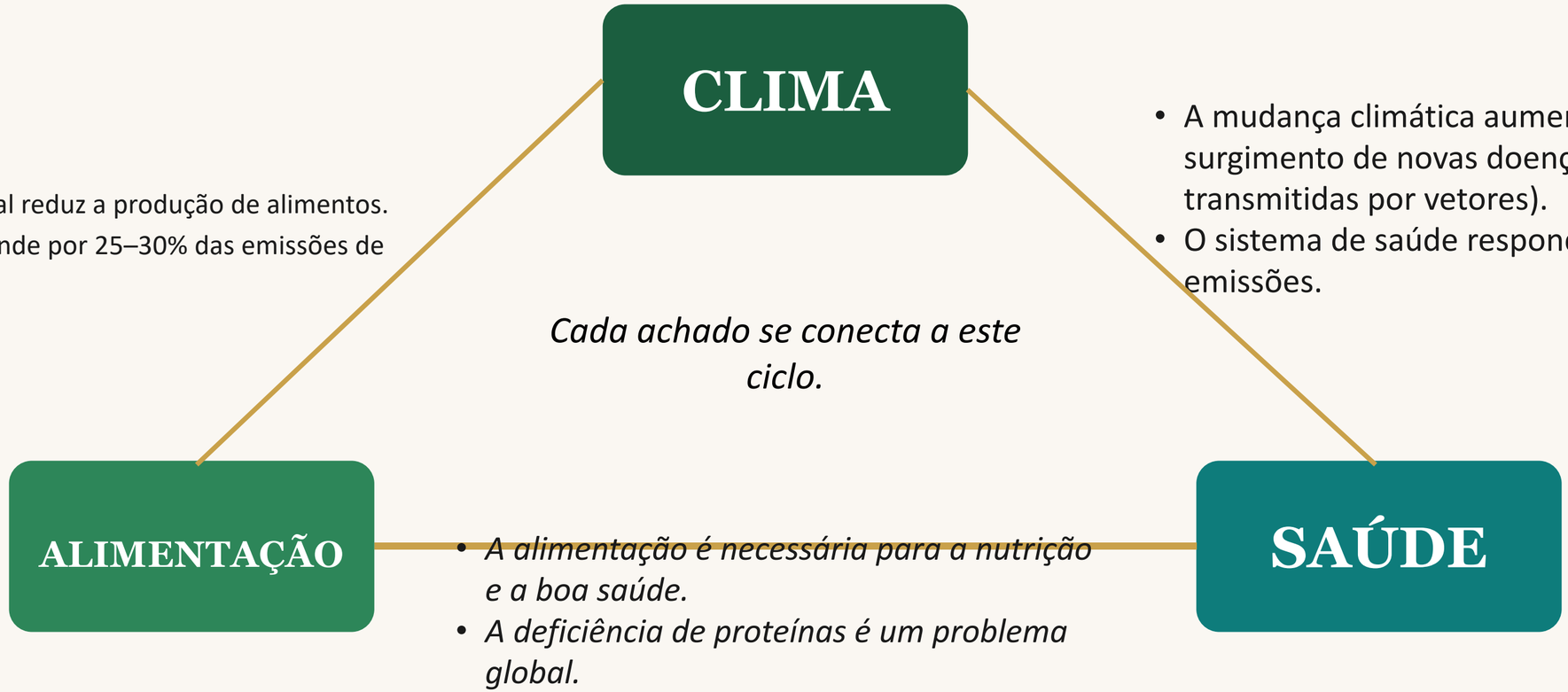
D Saúde, finanças e energia

partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

O triângulo clima–alimentação–saúde

Três crises, um único sistema interligado



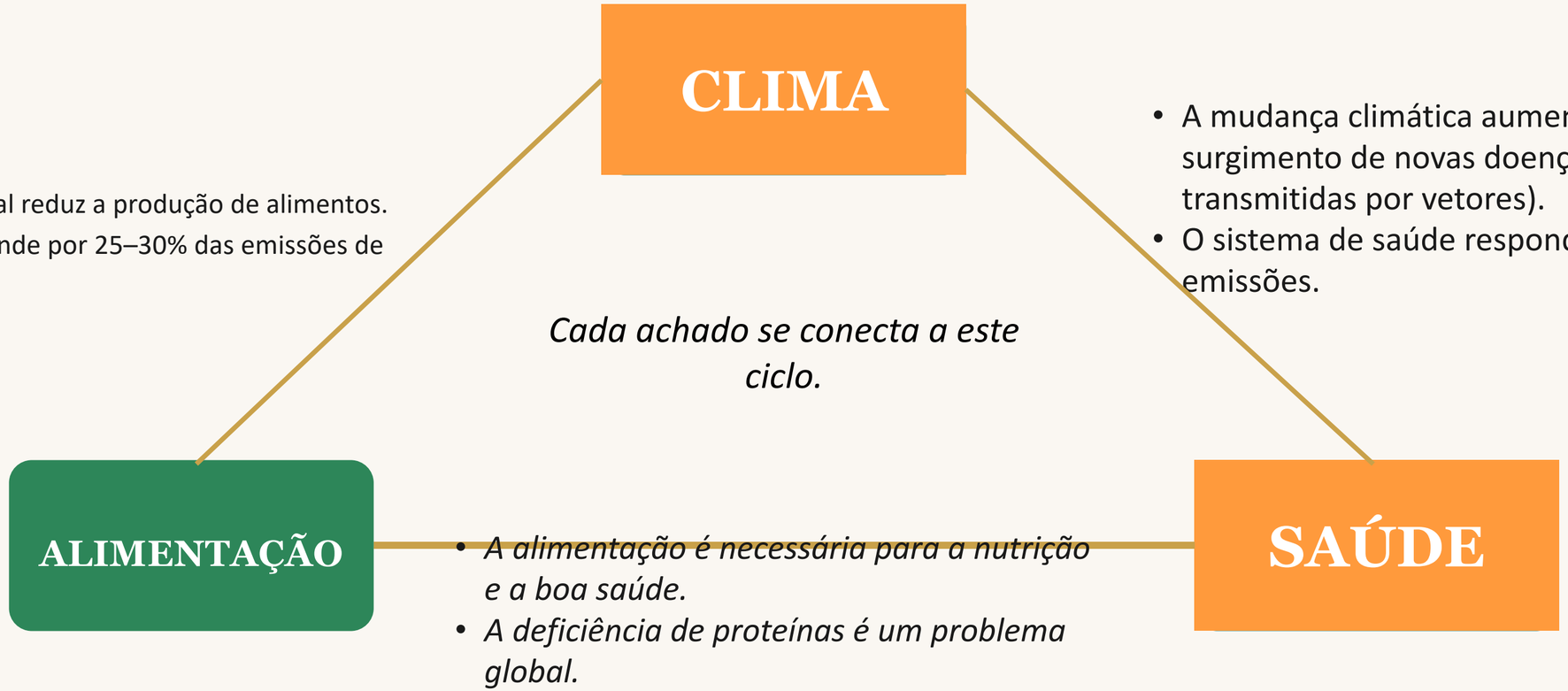
- O aquecimento global reduz a produção de alimentos.
- A alimentação responde por 25–30% das emissões de GEE.

- A mudança climática aumenta o risco de surgimento de novas doenças (zoonoses, doenças transmitidas por vetores).
- O sistema de saúde responde por 4-5% das emissões.

- *A alimentação é necessária para a nutrição e a boa saúde.*
- *A deficiência de proteínas é um problema global.*

O triângulo clima–alimentação–saúde

Três crises, um único sistema interligado



- O aquecimento global reduz a produção de alimentos.
- A alimentação responde por 25–30% das emissões de GEE.

- A mudança climática aumenta o risco de surgimento de novas doenças (zoonoses, doenças transmitidas por vetores).
- O sistema de saúde responde por 4-5% das emissões.

- *A alimentação é necessária para a nutrição e a boa saúde.*
- *A deficiência de proteínas é um problema global.*

● Enquete ao vivo 2 de 8

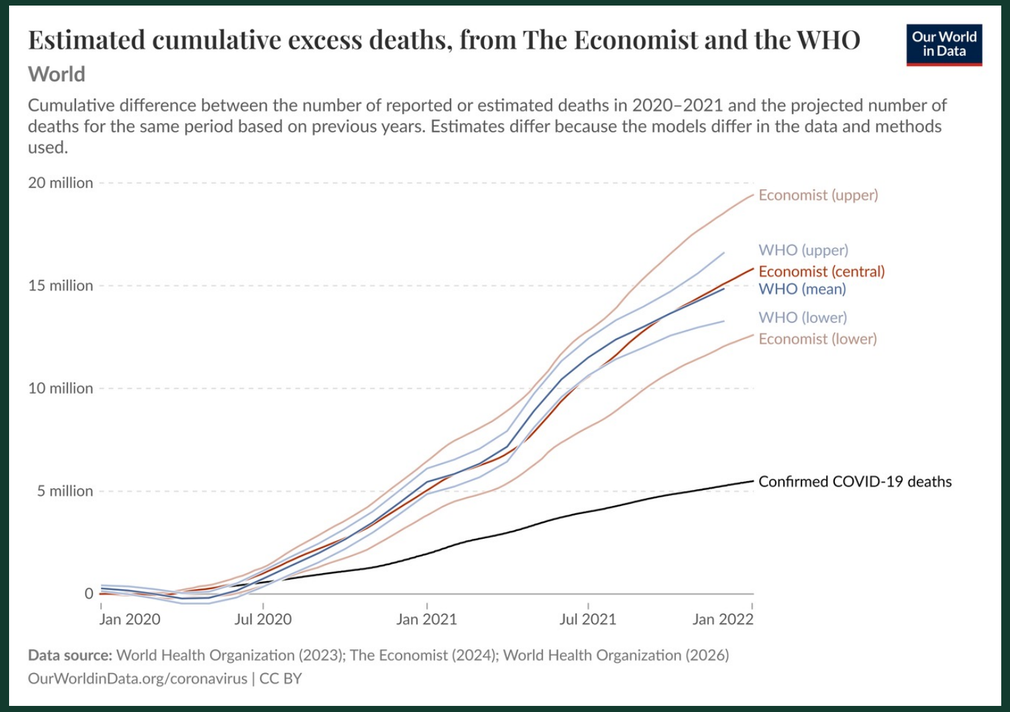
Qual problema de saúde sensível ao clima responde pela **maior parcela** das mortes projetadas pela OMS?

A Malária

B Desnutrição infantil

C Exposição ao calor

D Doenças diarreicas

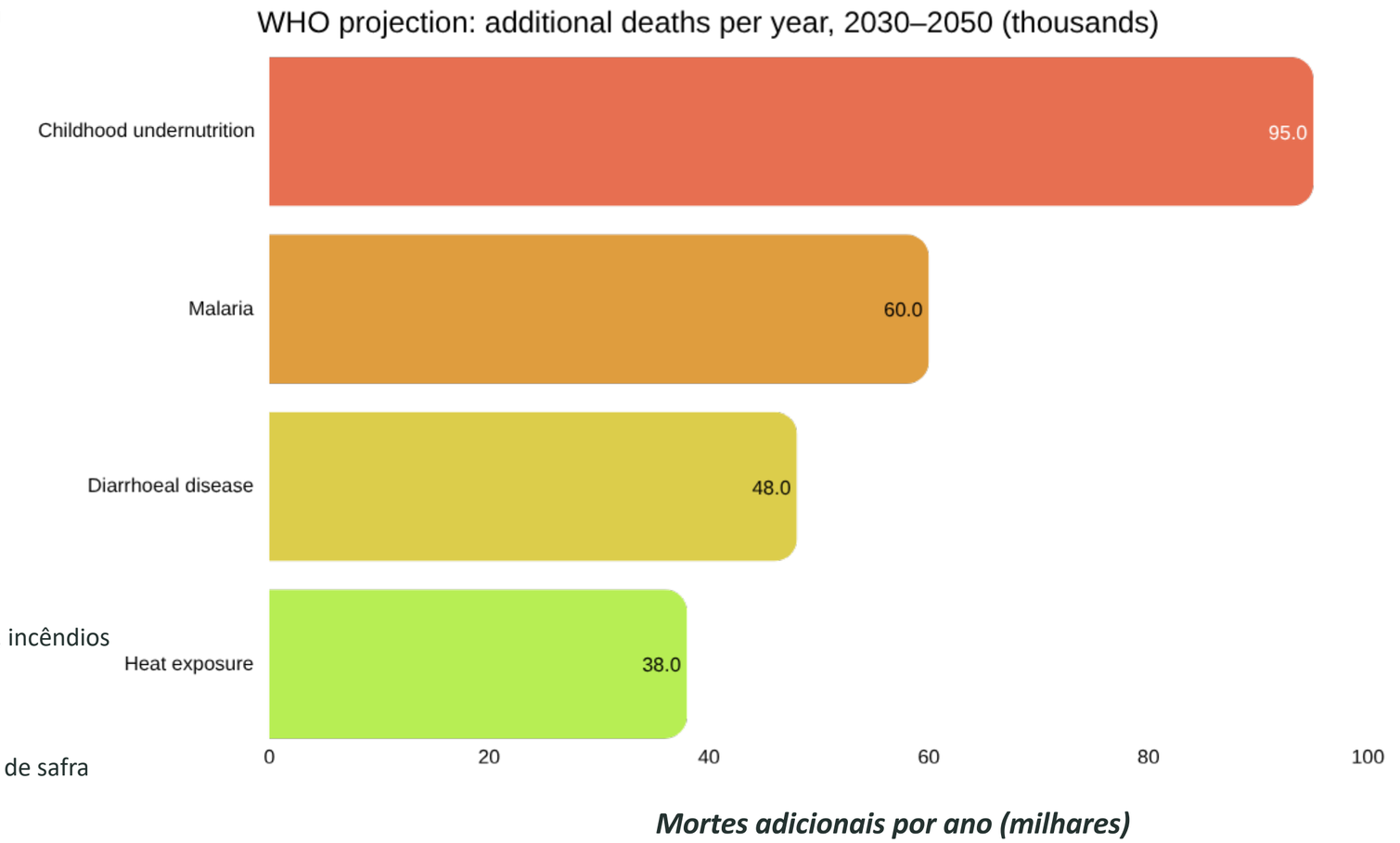


partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

Por que doenças sensíveis ao clima?

- A OMS projeta **~250 mil mortes adicionais por ano entre 2030 e 2050** pela mudança climática, uma estimativa deliberadamente conservadora que cobre apenas algumas vias.
  - **A desnutrição infantil é o maior componente** dessa projeção, à frente de malária, diarreia e calor.
- Lancet Countdown 2024: **10 de 15 indicadores de risco à saúde em níveis recordes**; a adequação para vetores já está se expandindo.
  - Clima e saúde não é só uma história de ondas de calor.



Três doenças, três vias

Malária — ecologia dos vetores: temperatura, chuva, umidade

Infecção respiratória aguda — qualidade do ar, temperaturas extremas, incêndios florestais

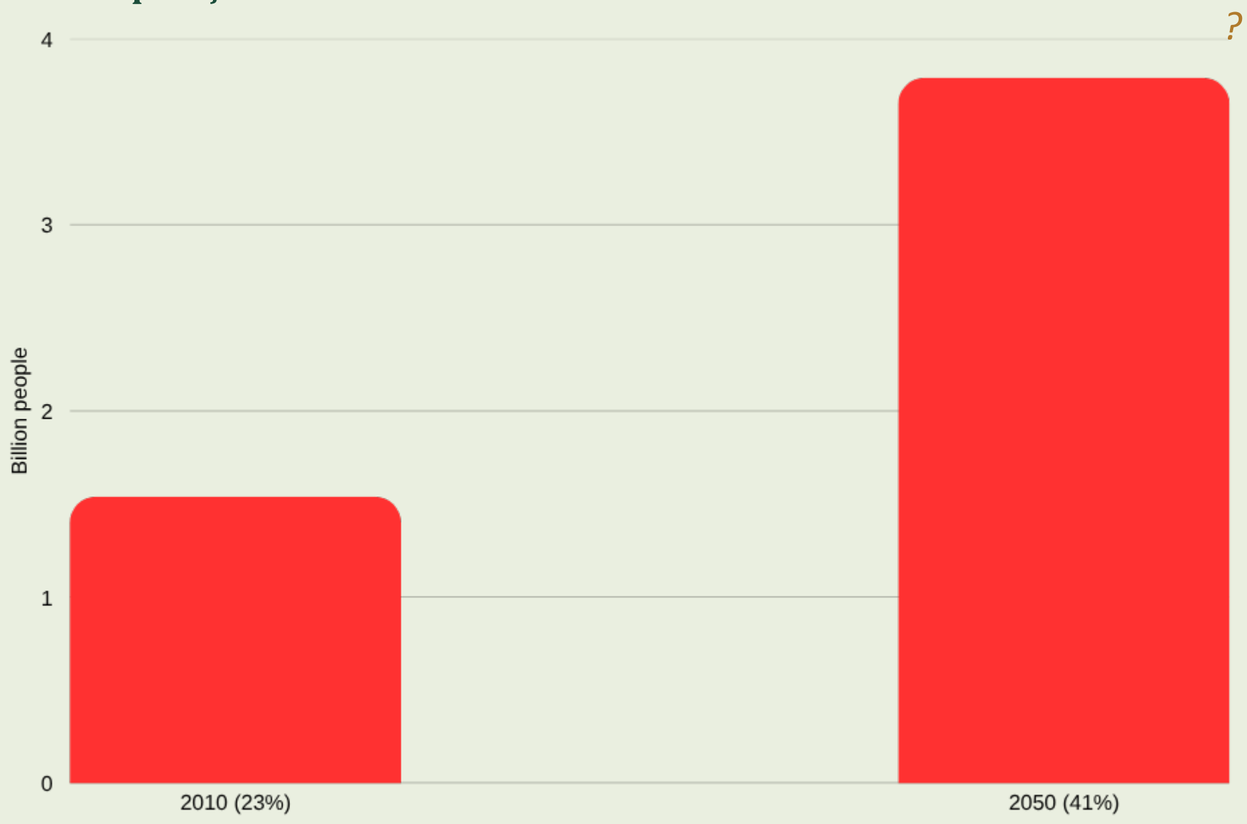
Emaciação infantil — sistemas alimentares: secas, inundações, quebras de safra

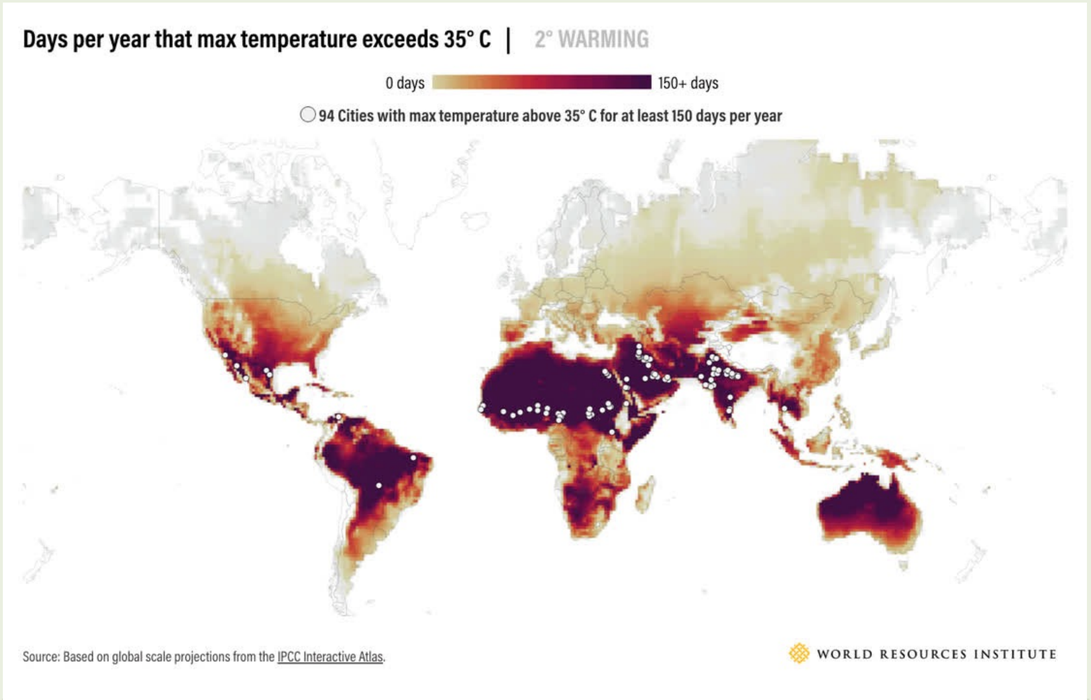
Fontes: *WHO (2014) Quantitative risk assessment of climate change effects on selected causes of death · Romanello et al. (2024) The Lancet 404:1847–96.*

Por que populações globais?

Onde estudar os impactos do clima na saúde

População mundial vivendo com calor extremo





Onde a carga se concentra

- Populações mais afetadas: Índia, Nigéria, Indonésia, Bangladesh, Paquistão e Filipinas.
- São países de baixa e média renda nos trópicos, justamente onde dados padronizados de inquéritos de saúde (DHS, MICS, DHIS2) tornam esta análise possível.
- A exposição cresce mais rápido onde os sistemas de saúde têm menos recursos para responder.

Fontes: Oxford / Nature Sustainability (2026) — 3,79 bi (41%) expostos até 2050 a 2 °C, ante 1,54 bi (23%) em 2010; OMS Clima e Saúde.

● Enquete ao vivo 3 de 8

O que é mais difícil: prever doenças a partir de dados climáticos, ou determinar quanta doença o clima de fato causou?

A Previsão

B Atribuição

C São o mesmo problema

D Nenhum é mais difícil

partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

Perguntas



O que o clima está nos dizendo?

Perguntas



O que o clima está nos dizendo?

Quanto da carga de doenças podemos atribuir ao clima?

Perguntas



O que o clima está nos dizendo?

Quanto da carga de doenças podemos atribuir ao clima?

Como os Objetivos Globais podem orientar nossa resposta ao desafio climático?

Um olhar de responsabilidade sobre mitigação e adaptação

“Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas.”

— Comissão Brundtland, 1987

Antes das análises, quero definir o olhar.
Duas palavras atravessam tudo!

MITIGAÇÃO

ODS 13 · Ação contra a mudança global do clima

Impedir que o problema piore: cortar CO_2, migrar para energia limpa, proteger as florestas.

ADAPTAÇÃO

ODS 10 · Redução das desigualdades

Lidar com o problema que já não podemos evitar: preparar-se para ondas de calor, inundações, secas e elevação do nível do mar.

Os ODS como lente para clima e saúde

Os Objetivos Globais a que cada estudo se relaciona, e a lente pela qual lemos as análises

Uma linguagem comum: os objetivos.









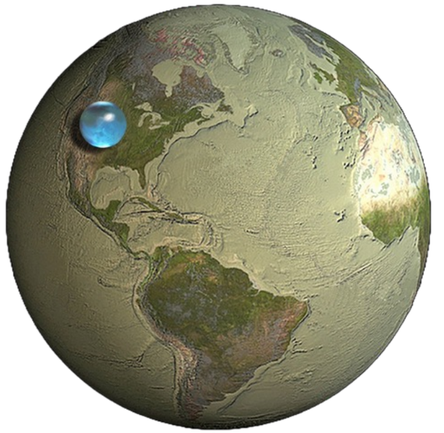




Cada estudo → um objetivo

Trabalhos selecionados

Nos últimos anos, nosso trabalho explorou a **IA para a saúde pública** por vários ângulos:



- "Learned Geospatial Priors for Malaria Forecasting," NeurIPS 2026 (submitted).
- "KilnBench: Benchmarking Deep Learning for Brick Kiln Detection in Satellite Imagery," NeurIPS 2026 (submitted).
- "Weakly-supervised Multimodal Flood Nowcasting under Asynchronous EO Streams," NeurIPS 2026 (submitted).
- "Foundation Models for Mapping Emission Sources and ARI Hotspots," NeurIPS Workshop 2025.
- "Predicting Malaria Outbreaks Using EO and Spatio-temporal Deep Learning: A South Asian Case Study (2000–2017)," The Lancet Planetary Health 2024.
- "Humanitarian Costs of Climate Change: Mapping Extreme Floods on Displacement, Education and Health via EO and Data Fusion," PHAM 2024.
- "Predicting Malaria Outbreaks Using EO and Spatio-temporal Deep Learning: A South Asia Case Study (2000–2017)," PHAM 2024.
- "Towards a Spatio-temporal Deep Learning Approach to Predict Malaria Outbreaks in South Asia," NeurIPS TCCML Workshop 2023.
- "Spatio-temporal Graph Neural Networks with Block Adjacency Matrix (STAG-NN-BA)," AAAI Climate Change Symposium 2023.
- "Mitigating Climate and Health Impact of Small-scale Kiln Industry Using Multi-spectral Classifier and Deep Learning," ICLR TCCML Workshop 2023.



O pipeline de análise clima → saúde

Como ligamos um sinal climático a um desfecho de saúde

Dados climáticos

ERA5 · CHIRPS · MODIS

Observação da Terra

Sentinel · Landsat · AlphaEarth

Desfechos de saúde

Big data

Modelos

AM · AP

Inferência

R^2 ↑ RMSE ↓ atribuição

Quatro estudos de caso: o mesmo pipeline, quatro desfechos diferentes

① Malária · ② Infecção respiratória aguda · ③ Emaciação infantil · ④ Lesões musculoesqueléticas

CLIMATE-SENSITIVE DISEASE SERIES

CASE STUDY 01

Malaria

Warming widens mosquito breeding zones



282M

malaria cases worldwide each year

ÁSIA E ÁFRICA

Source: Our World in Data (WHO)

MALARIA · ARI · CHILD WASTING

● Enquete ao vivo 4 de 8

Quando a temperatura sobe continuamente, o que acontece com a transmissão da malária?

A Sempre aumenta

B Sempre diminui

C Sobe até um ótimo e depois cai

D A temperatura não tem efeito

partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

O aquecimento redistribui o risco de malária

263 mi
casos no mundo, 2023

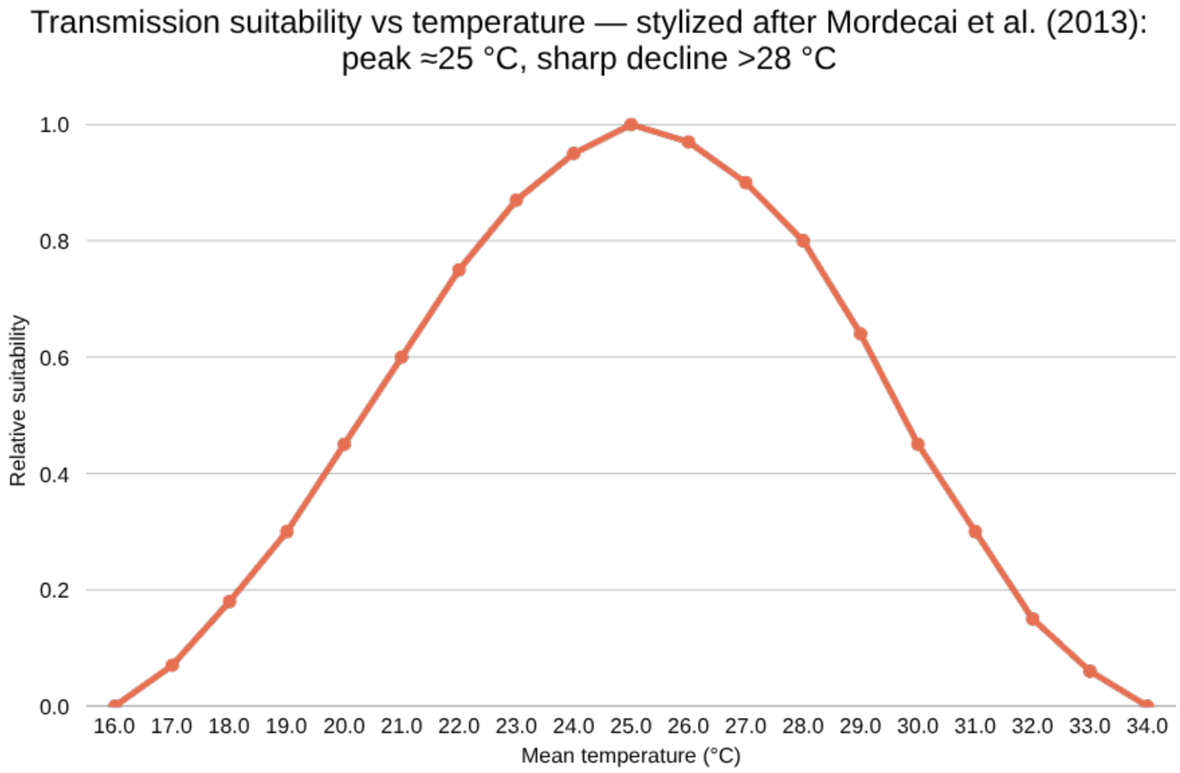
597 mil
mortes, 2023

94%
dos casos na Região Africana da OMS

~3/4
das mortes africanas em menores de 5 anos

- **A temperatura** governa o desenvolvimento do mosquito, a taxa de picadas e a esporogonia do parasita: ótimo a **25 °C**, com colapso da transmissão acima de ~28 °C (Mordecai et al. 2013).
- **A chuva** cria criadouros (limiar de ~80 mm/mês em modelos tipo MARA); chuvas extremas podem arrastar as larvas.
- **O aquecimento leva o risco para áreas mais altas:** planaltos da África Oriental; limite altitudinal em Papua-Nova Guiné projetado para subir ~263 m.
  - Com o aquecimento do clima, o risco pode se deslocar geograficamente.
  - Algumas regiões mais frias podem se tornar mais adequadas.
  - Algumas regiões já quentes podem se tornar menos adequadas.
- Até **4,7 bilhões de pessoas a mais** em áreas climaticamente adequadas à malária e à dengue até 2100 no cenário de maiores emissões (Colón-González et al. 2021).

Mais aquecimento não significa simplesmente mais malária em toda parte.



Fontes: *WHO (2024) World Malaria Report · Mordecai et al. (2013) Ecology Letters 16:22–30 · Colón-González et al. (2021) Lancet Planetary Health 5:e404–14.*

ESTUDO DE CASO — ETIÓPIA

EPIDEMIA: alerta precoce operacional de malária

- **Universidade de Oklahoma + Secretaria Regional de Saúde de Amhara**: em funcionamento há mais de 10 anos, não é um protótipo de pesquisa.
- Entradas: **chuva GPM/IMERG, LST e NDVI do MODIS, evapotranspiração** + vigilância semanal por distrito (woreda).
- Toolbox em R de código aberto; processamento em nuvem no **Google Earth Engine (REACH)**.
- Prevê surtos **com até 8 semanas de antecedência**; roteiro apoiado por USAID/PMI rumo à escala nacional.

Um ponto crítico para a IA em saúde pública:
o melhor modelo não é necessariamente o de maior pontuação em benchmarks.



Por que durou uma década

- Código aberto
- Dados de satélite gratuitos
- Codesenhado com as autoridades de saúde locais

Fontes: *Merkord et al. (2017) Malaria Journal 16:89 · Davis et al. (2022) Scientific Data 9 (REACH) · Wimberly & Nekorchuk (2021).*

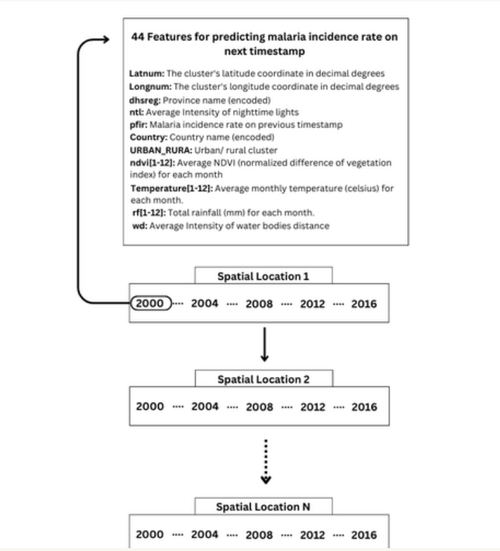
ESTUDO 1

Indicadores climáticos vs. surtos de malária

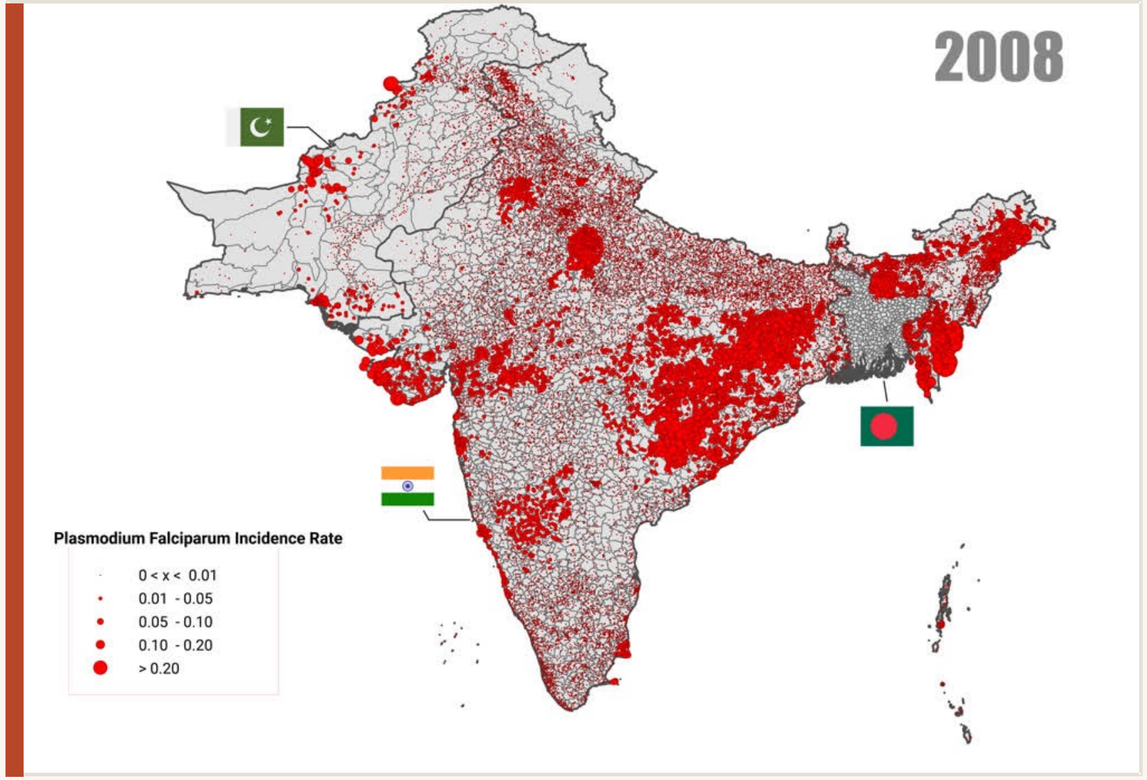
Detectar e prever o sinal climático na transmissão do Plasmodium

Indicadores climáticos

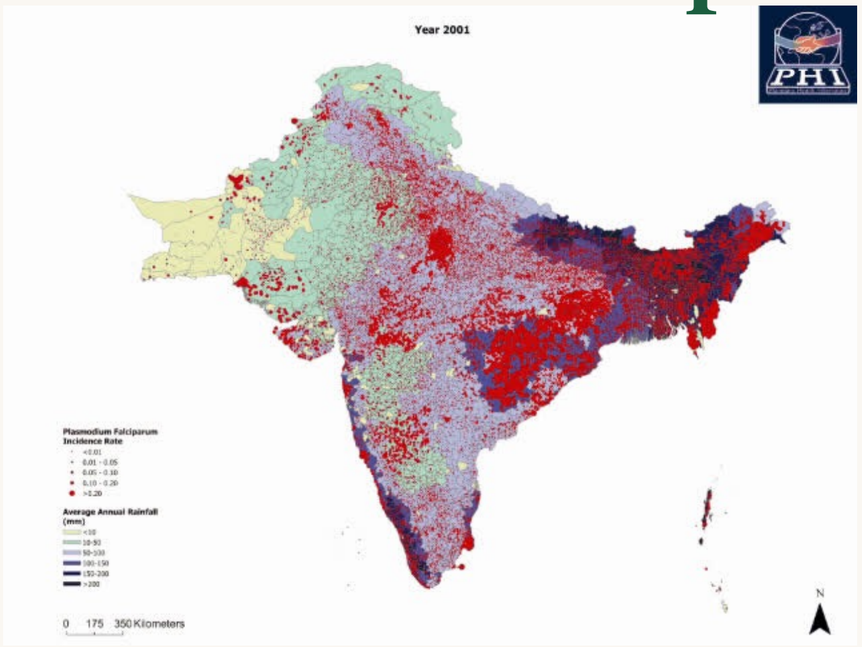
- Temperatura (média, mín., máx., anomalia)
- Chuva: total, intensidade, veranicos
- Umidade relativa, verdor NDVI
- Extensão de água superficial (inundação / acúmulo)
- ...

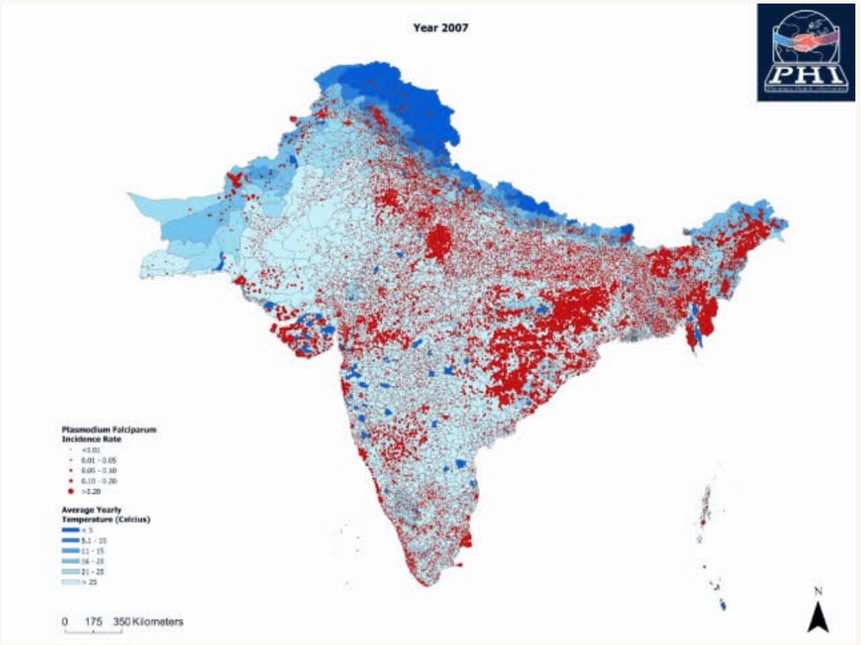


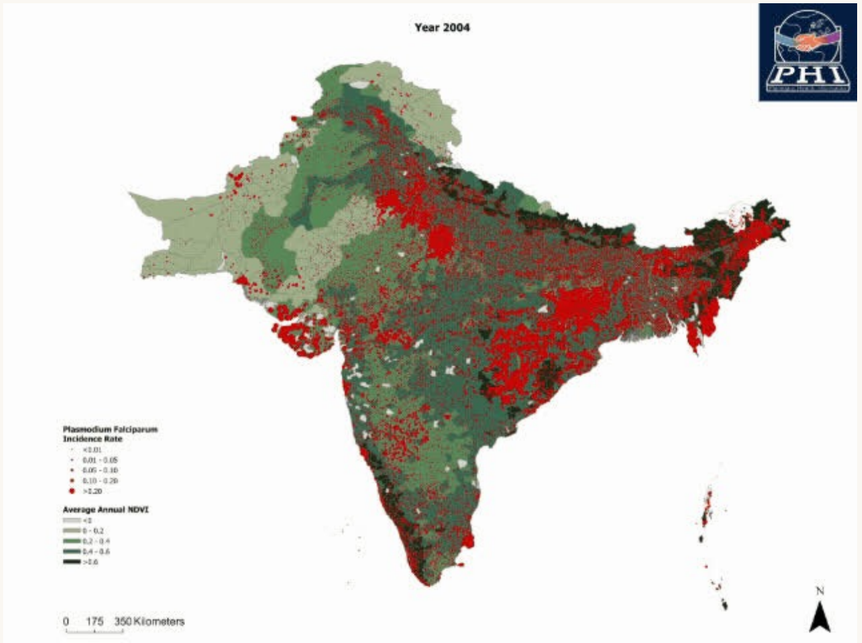
Desfechos: surtos de malária

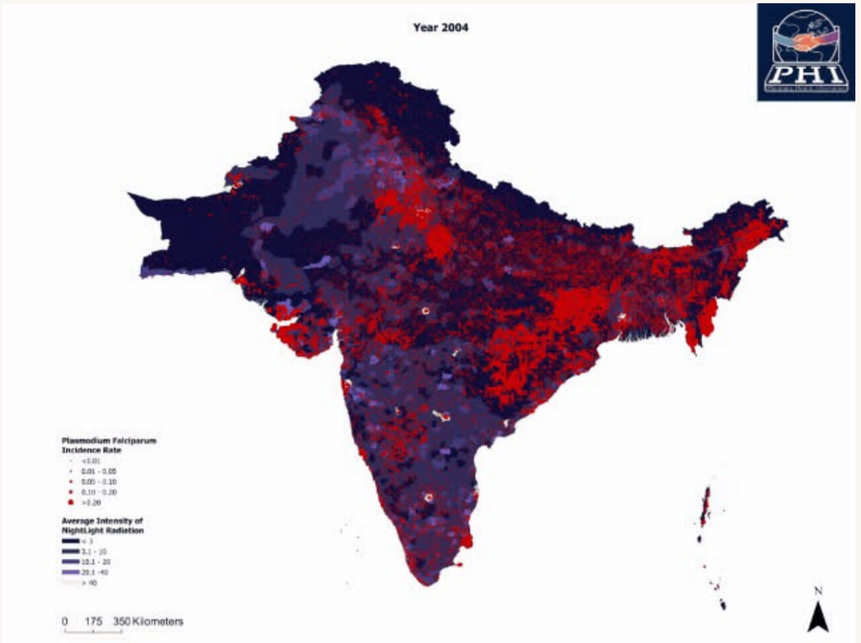


Principais resultados



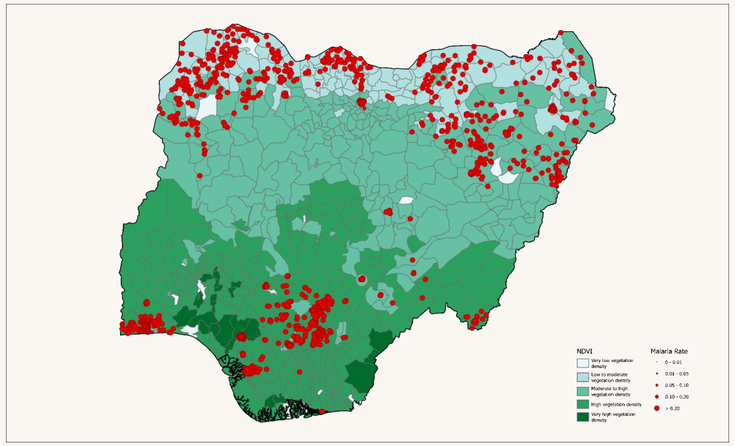


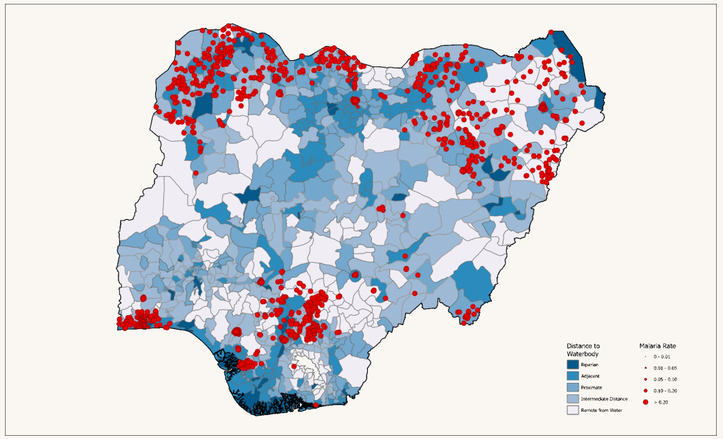


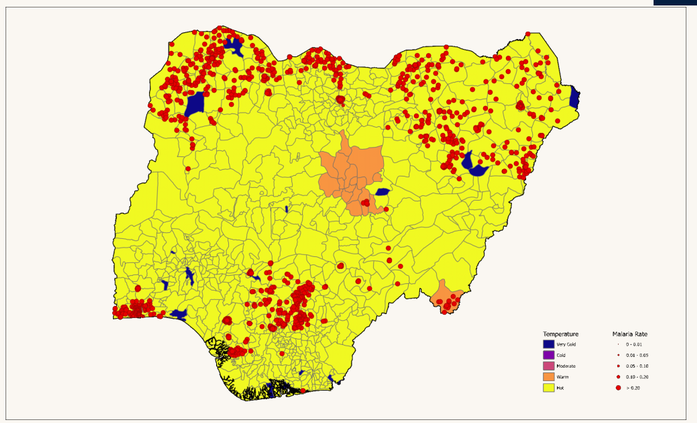


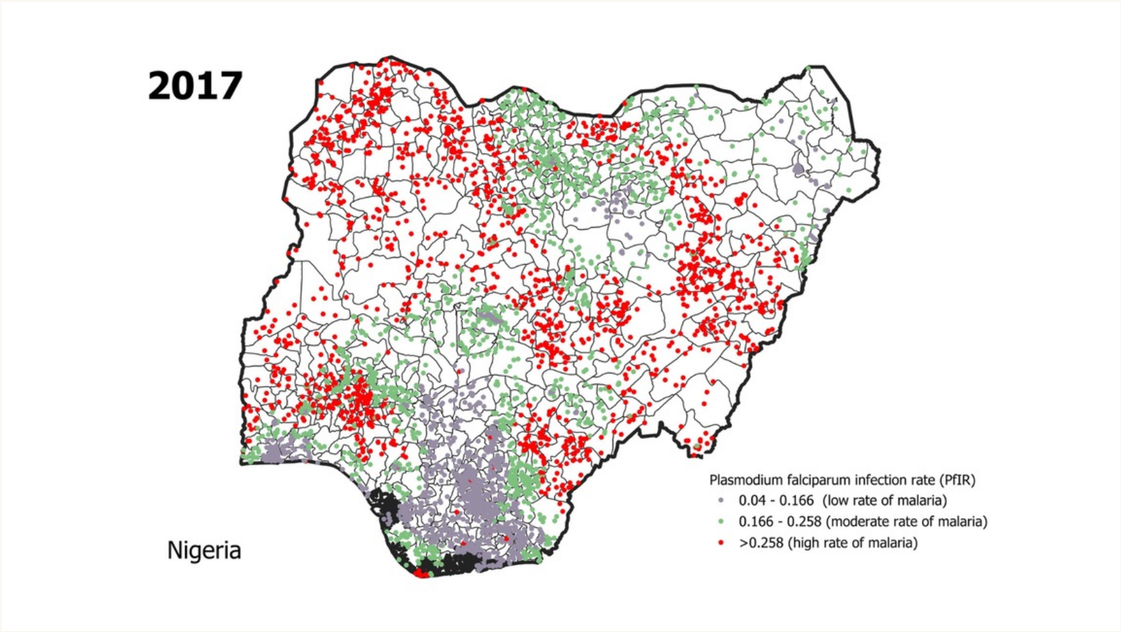
Usman Nazir et al. , “Predicting malaria outbreaks using earth observation measurements and spatiotemporal deep learning modelling: a South Asian case study from 2000 to 2017.” The Lancet Planetary Health, Volume 8, S17 (2024)

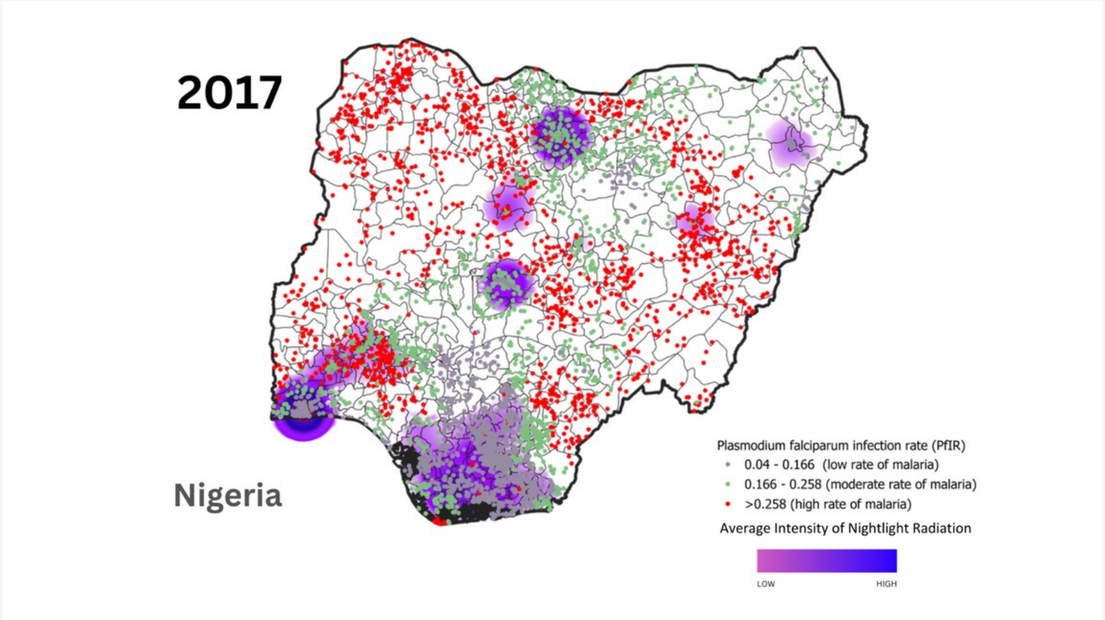
Principais resultados









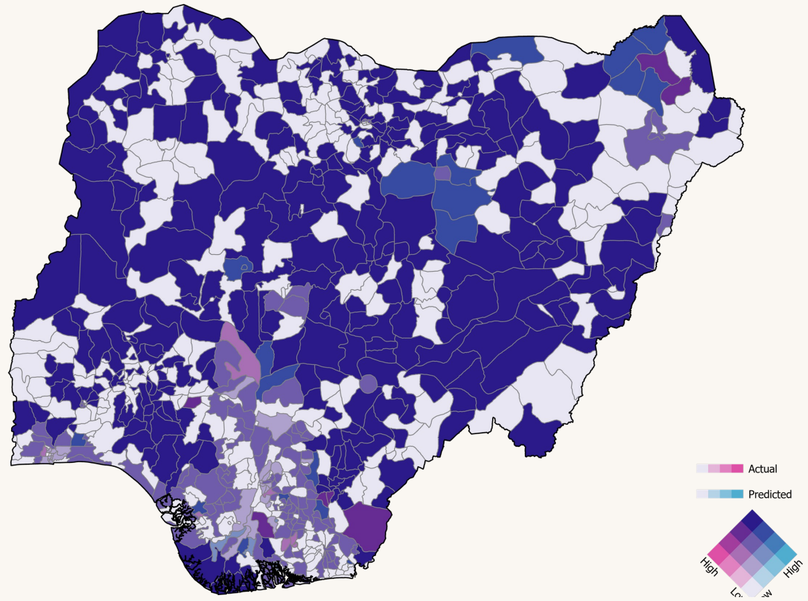


Usman Nazir, et al. "Data-Driven Prediction of Malaria Outbreaks in Nigeria." IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS,

ESTUDO 1

Malária — resultados

- Desenvolvemos um arcabouço orientado por dados para prever surtos de malária na Ásia e na África.
- Integração de dados multimodais de observação da Terra (ambientais, geoespaciais, urbanização).
- A forte concordância espacial sustenta a confiabilidade do modelo para o planejamento local.
- Mostra potencial para apoiar intervenções de saúde pública direcionadas e políticas sensíveis ao clima.
- Trabalhos futuros vão explorar outras covariáveis ambientais e modelos alternativos.



Taxas de incidência de malária previstas pelo LSTM.

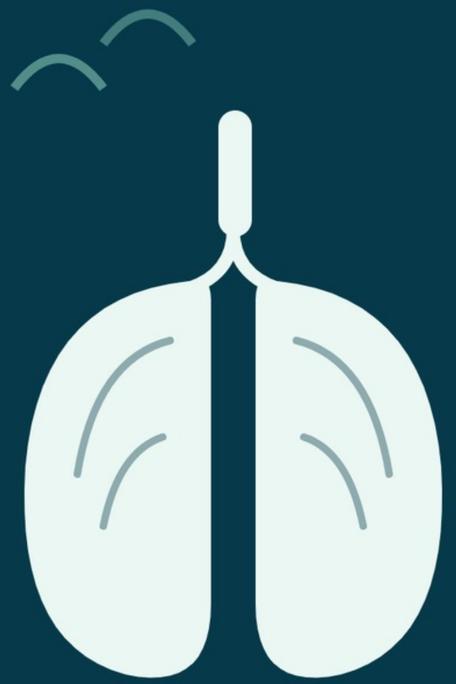
Usman Nazir, et al. "Data-Driven Prediction of Malaria Outbreaks in Nigeria." IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS, 2025.
Usman Nazir, Sara Khalid et al. , “Predicting malaria outbreaks using earth observation measurements and spatiotemporal deep learning modelling: a South Asian case study from 2000 to 2017.” The Lancet Planetary Health, Volume 8, S17 (2024)

CLIMATE-SENSITIVE DISEASE SERIES

CASE STUDY 02

Acute respiratory infection

Air pollution worsens respiratory illness



2.5M

lower-respiratory-infection deaths a year

Source: Our World in Data (IHME, GBD)

MALARIA · ARI · CHILD WASTING

Vias difusas: ar, calor e fumaça

2,5 mi
mortes por pneumonia, 2023 (GBD)

610 mil
mortes de crianças menores de 5 anos

#1
causa infecciosa de morte em menores de 5 anos

Poluição do ar ambiente

PM2,5 e NO2 penetram nas vias aéreas e prejudicam as defesas das mucosas e a imunidade; crianças inalam mais por kg de peso corporal, com pulmões em desenvolvimento.

- Afetam diretamente o sistema respiratório

Poluição do ar doméstico

Combustíveis de cozinha (biomassa, querosene) estão ligados a infecções agudas das vias respiratórias inferiores em menores de 5 anos em contextos de poucos recursos.

Temperaturas extremas

Ondas de calor aumentaram as idas a prontos-socorros pediátricos por IRA (RR 1,05, 0–4 anos, Califórnia); ondas de frio + PM2,5 alto elevam a incidência de bronquiolite e bronquite.

- Mudam o risco respiratório

Eventos extremos e umidade

Fumaça de incêndios, tempestades de poeira e inundações provocam picos de exposição; mudanças de umidade alteram a transmissão e a sazonalidade dos patógenos.

- **Geram picos de exposição muito altos no curto prazo.**

Fontes: *GBD 2023 (IHME) · IJERPH (2020) 17:5344 · Frontiers in Public Health (2025) 13:1567206 · Pathogens (2025) bronchiolitis review.*

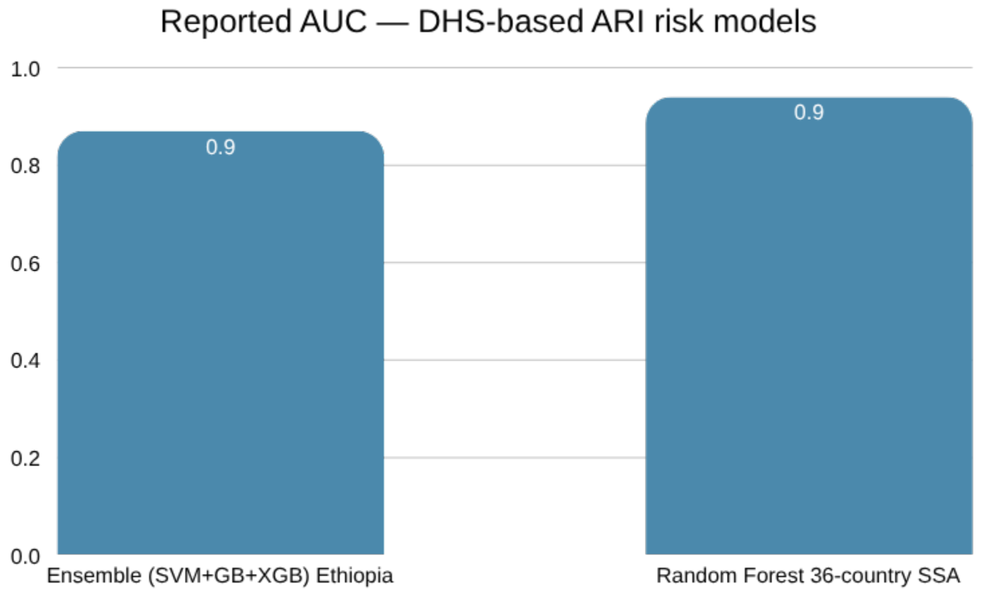
Duas modalidades de AM para IRA

1 · Previsão de risco com dados tabulares (inquéritos DHS)

- Floresta aleatória, XGBoost, SVM, CNN 1D + interpretabilidade SHAP.
- Melhor resultado publicado: **RF 96,4% de acurácia, AUC 0,94** em 36 países da África Subsaariana (75.827 crianças).
- Implantado como apps web Streamlit e offline para triagem.

2 · Diagnóstico por imagem (CNNs de raio X de tórax)

- **CheXNet**: DenseNet de 121 camadas treinada no ChestX-ray14 (>100.000 imagens).
- **Supera o F1 médio dos radiologistas** na detecção de pneumonia, mas exige infraestrutura de imagem.



Principais preditores (SHAP): aleitamento · vacinação · tipo de combustível de cozinha · escolaridade materna · diarreia recente

__Fontes:__ PMC11614669 (2024) 36-country SSA DHS study · Scientific Reports (2024) 10.1038/s41598-024-76847-3 · Rajpurkar et al. (2017) arXiv:1711.05225.

● Enquete ao vivo 5 de 8

O que mais costuma faltar nos estudos de IA sobre infecção respiratória aguda?

A Dados de desfechos de saúde

B Métodos de aprendizado de máquina

C Covariáveis de clima e qualidade do ar

D Informações demográficas

partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

Estudos-chave e a lacuna climática

- **Rajpurkar et al. 2017 · arXiv:1711.05225 (CheXNet)**
  DenseNet de 121 camadas em >100.000 radiografias de tórax; supera o F1 médio dos radiologistas em pneumonia.

- **GBD 2023 · IHME**
  Carga da pneumonia: 2,5 mi de mortes em 2023, incluindo 610 mil crianças menores de cinco anos.

- **Estudo de AM com DHS em 36 países da ASS · 2024**
  A floresta aleatória foi a melhor dos classificadores comparados: AUC 0,94 em 75.827 crianças.

- **Região de Amhara, Etiópia · Scientific Reports 2024**
  Comparação de sete modelos com ajuste por busca em grade para prever IRA em menores de 5 anos.

A lacuna

Pouquíssimos estudos de AM sobre IRA integram covariáveis de clima ou qualidade do ar: a maioria se baseia apenas em variáveis sociodemográficas de inquéritos.

A oportunidade

Fusão no estilo CCAI de campos de poluição, meteorologia e vigilância em saúde: um caminho aberto para a previsão de IRA que leve o clima em conta.

Poucos integram explicitamente covariáveis de clima ou qualidade do ar.

Fontes: *Rajpurkar et al. (2017) · GBD 2023 (IHME) · PMC11614669 (2024) · Scientific Reports (2024).*





- As pessoas respiram este ar.
- As crianças vão à escola nele.
- Os pacientes chegam aos hospitais por causa dele.

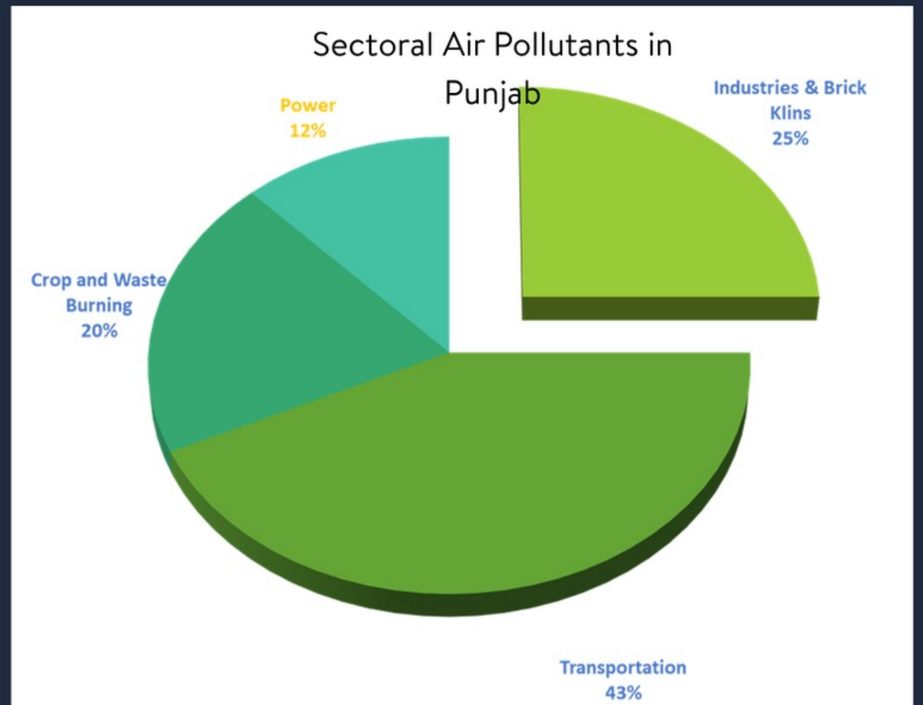




Créditos das fotos: Reuters.

Smog, slavery, and the brick-kiln industry

- 40.3 million people are currently held in forced labour globally
- 24.3 million of these people are being forced to work at 55,000 brick kilns across Pakistan, India, Bangladesh, and Nepal
- UN SDG 8.7 specificies eradicating forced labour by 2025
- These brick kilns are also a major source of air pollution
- The research challenge for addressing this issue is the absence of spatially explicit data, the expense of conducting surveys in remote areas, and the challenges of scaling research



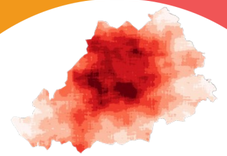


NDORMS
NUFFIELD DEPARTMENT OF ORTHOPAEDICS, RHEUMATOLOGY AND MUSCULOSKELETAL SCIENCES

PHI
Planetary Health Informatics

20–30%↑
internações por problemas respiratórios

15%↑
casos de asma entre escolares



Impacto na saúde pública em

Lahore

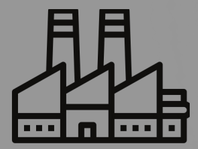
Plano de Mitigação do Smog do ministro-chefe do Punjab 2024

50%
Pacientes pediátricos com problemas respiratórios

500↑
pessoas internadas em um único dia em hospitais públicos de Lahore



9%
Processos industriais sem combustão



24%
Indústria



16%
Energia



39%
Transporte



11%
Agricultura



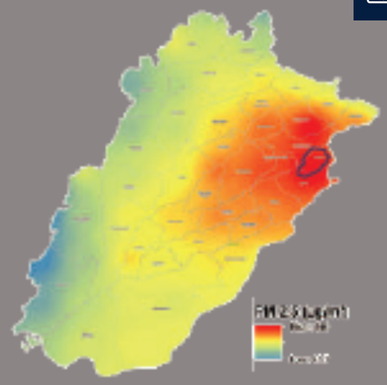
1%
Outros

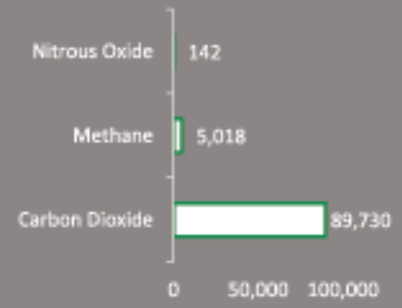
Participação nas emissões

EMISSION SHARE OF PUNJAB

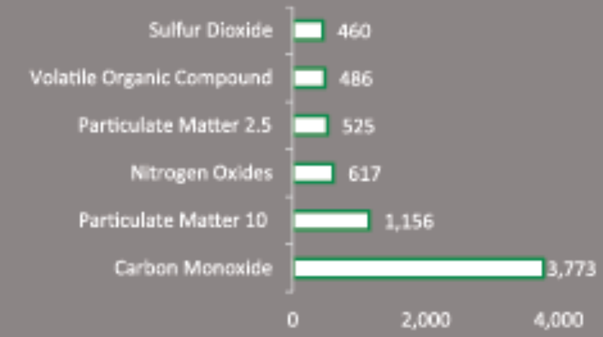
94,890 Kilotonnes/year (kt/y)
Total GHG Emissions
CO2, CH4 and N2O

7,017 Kilotonnes/year (kt/y)
Total Air Emissions
PM10, PM2.5, SO2, NOx, CO, VOC

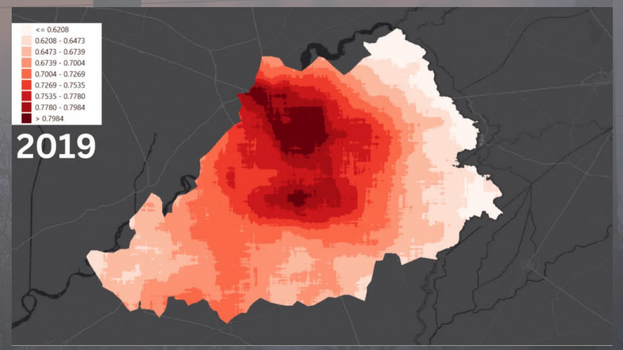




Source: Integrated Assessment of Air Pollution and Climate Change Mitigation in Pakistan 2022 (ccacoalition.org)



Source: Punjab Pollution Inventory, SUPARCO and Urban Unit 2023 https://urbanunit.gov.pk/Download/publications/Files/8/2023/Emission%20Inventory%20of%20Punjab%201990-2020_FD.pdf



ESTUDO 2

Fontes de emissão vs. casos de IRA

Ligando as emissões de poluição do ar às infecções respiratórias agudas





Fontes de emissão

- **Fornos de tijolos**
- $PM_{2.5}$ / PM_{10} — derivados de satélite (MAIAC, CAMS)
- Coluna de NO_2 (Sentinel-5P TROPOMI)
- Tráfego, queima de resíduos agrícolas
- Uso doméstico de combustíveis sólidos (proxy a partir do DHS)
- Meteorologia: vento, altura de mistura, inversões

Desfechos de IRA

- **Casos de IRA em < 5 anos**
- Casos de pneumonia e IRA em < 5 anos
- Taxas de internação
- Mortalidade por doenças das vias respiratórias inferiores
- Estratificado por idade (< 5)
- Janelas de exposição sazonais vs. episódicas

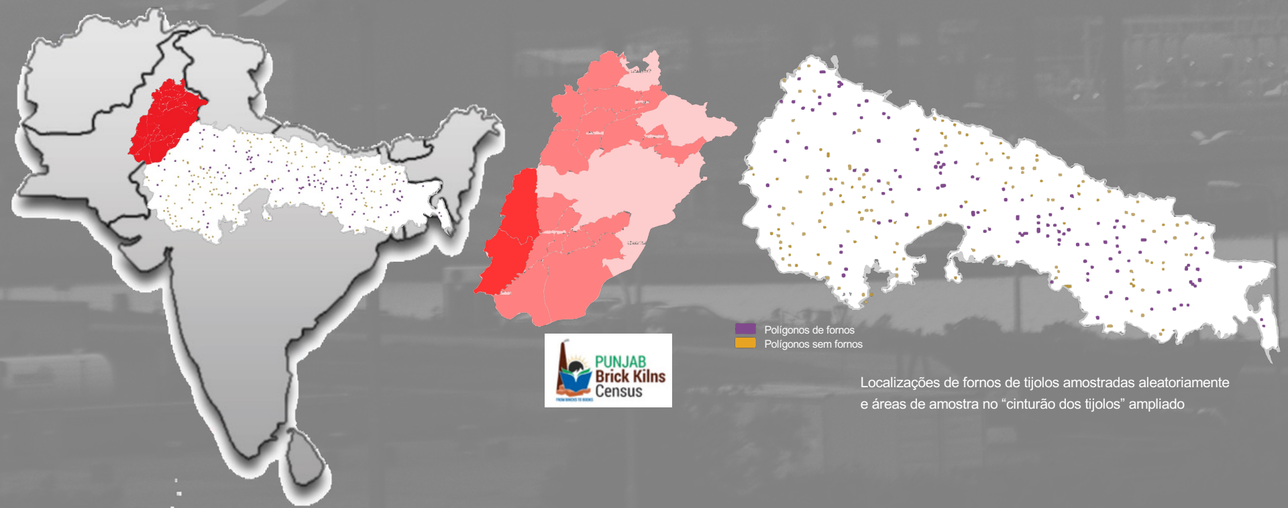
Desafios

- Gargalo: ausência de dados espacialmente explícitos.
- Grandes variações nas imagens de satélite.



Estratégias existentes e limitações

- Levantamentos de campo e localização manual são trabalhosos e pouco escaláveis [2].
- Os dados obtidos manualmente de imagens de satélite são muito esparsos [3].



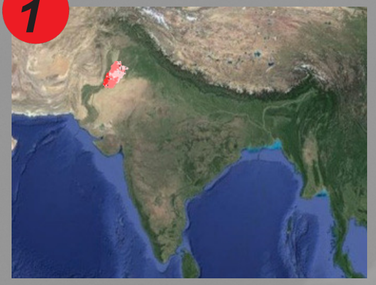
Localizações de fornos de tijolos amostradas aleatoriamente e áreas de amostra no “cinturão dos tijolos” ampliado



Arcabouço de detecção de fontes de emissão

Uma abordagem clássica de aprendizado de máquina para localizar fornos de tijolos em imagens de sensoriamento remoto.

1



Região de interesse

2



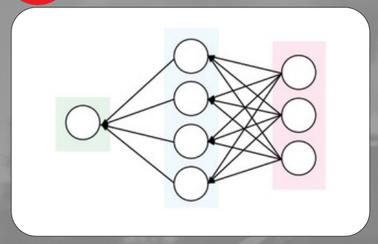
Província do Punjab, Paquistão

3



Distrito de Jhang, Punjab

6



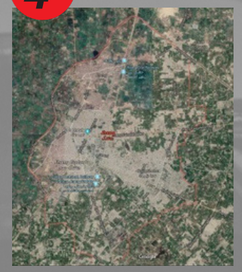
Rede neural profunda

5



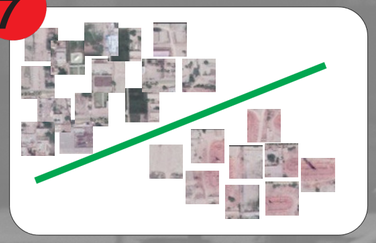
Recorte da imagem em blocos

4



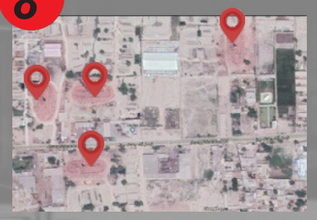
Imagens de satélite da região

7



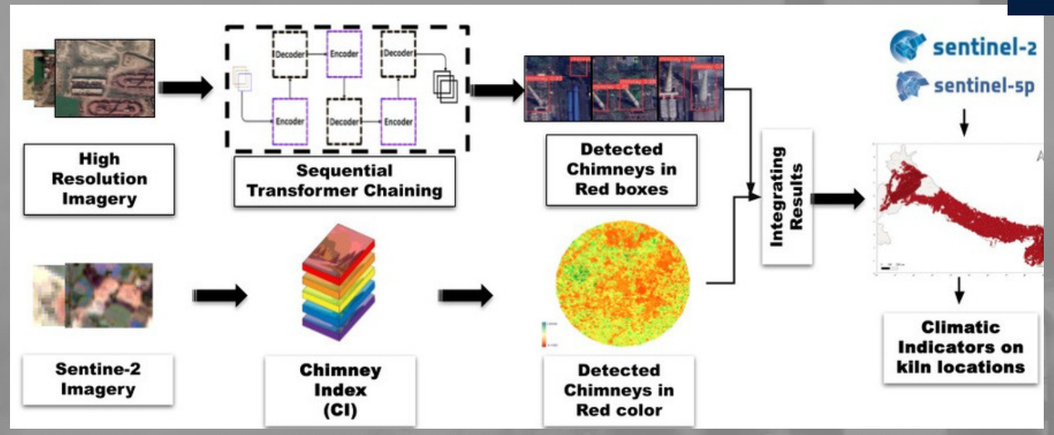
Classificação de recortes forno/não forno

8

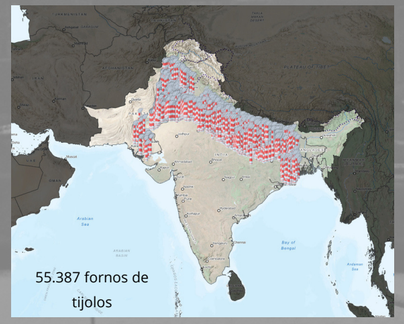


Localização de possíveis fornos de tijolos

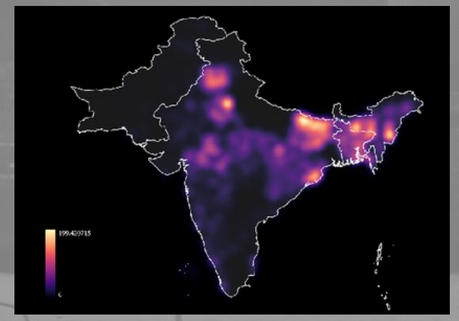
Arquitetura proposta



Resultados qualitativos



Cinturão de fornos de tijolos do Sul da Ásia



Casos de infecção respiratória aguda

https://www.ox.ac.uk/news/2023-06-15-ai-could-help-detect-unregulated-sources-air-pollution-south-asia-new-project-shows

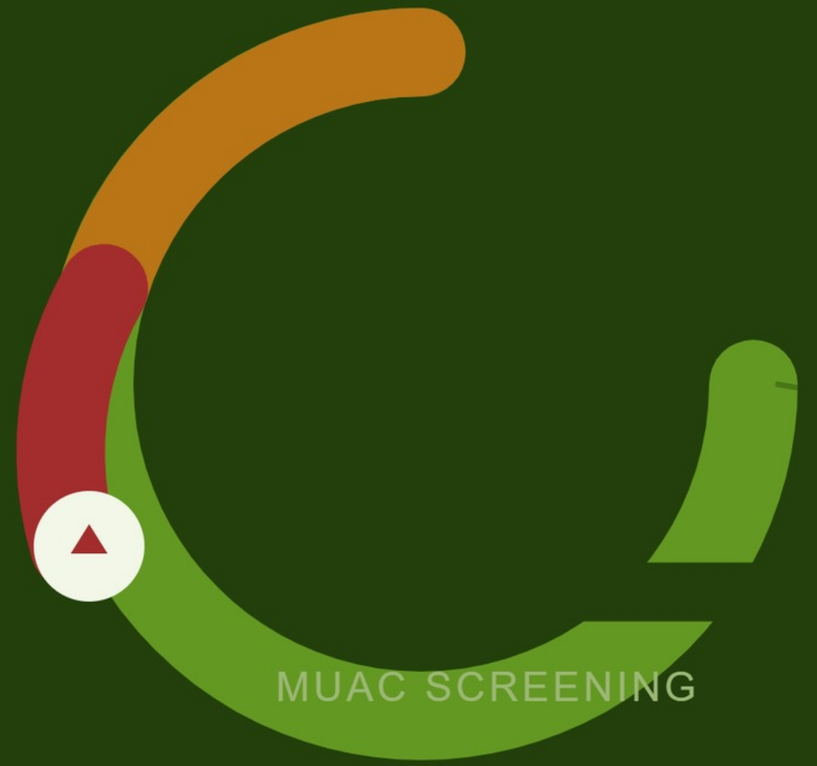
https://neurips.cc/virtual/2024/100569: Mapping Air Pollution Sources with Sequential Transformer Chaining: A Case Study in South Asia

CLIMATE-SENSITIVE DISEASE SERIES

CASE STUDY 03

Child wasting

Drought and crop failure drive malnutrition



45M

children under 5 affected by wasting

Source: Our World in Data (UNICEF/WHO/WB)

MALARIA · ARI · CHILD WASTING

● Enquete ao vivo 6 de 8

Após um choque climático grave, em quanto tempo a desnutrição aguda infantil pode começar a aumentar?

A Em poucos dias

B Em 6 a 8 semanas

C Após 1 a 2 anos

D Após uma década ou mais

partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

Da seca à emaciação em semanas

42,8 mi

crianças com emaciação, 2024 (6,6%)

12,2 mi

com emaciação grave (1,9%)

~1 mi

mortes infantis associadas por ano

Secas / inundações → **Quebra de safra** → **Insegurança alimentar** → **Emaciação infantil**

A desnutrição aguda global aumenta em 6–8 semanas após o início da seca em comunidades pastoris (12–17 semanas em comunidades sedentárias).

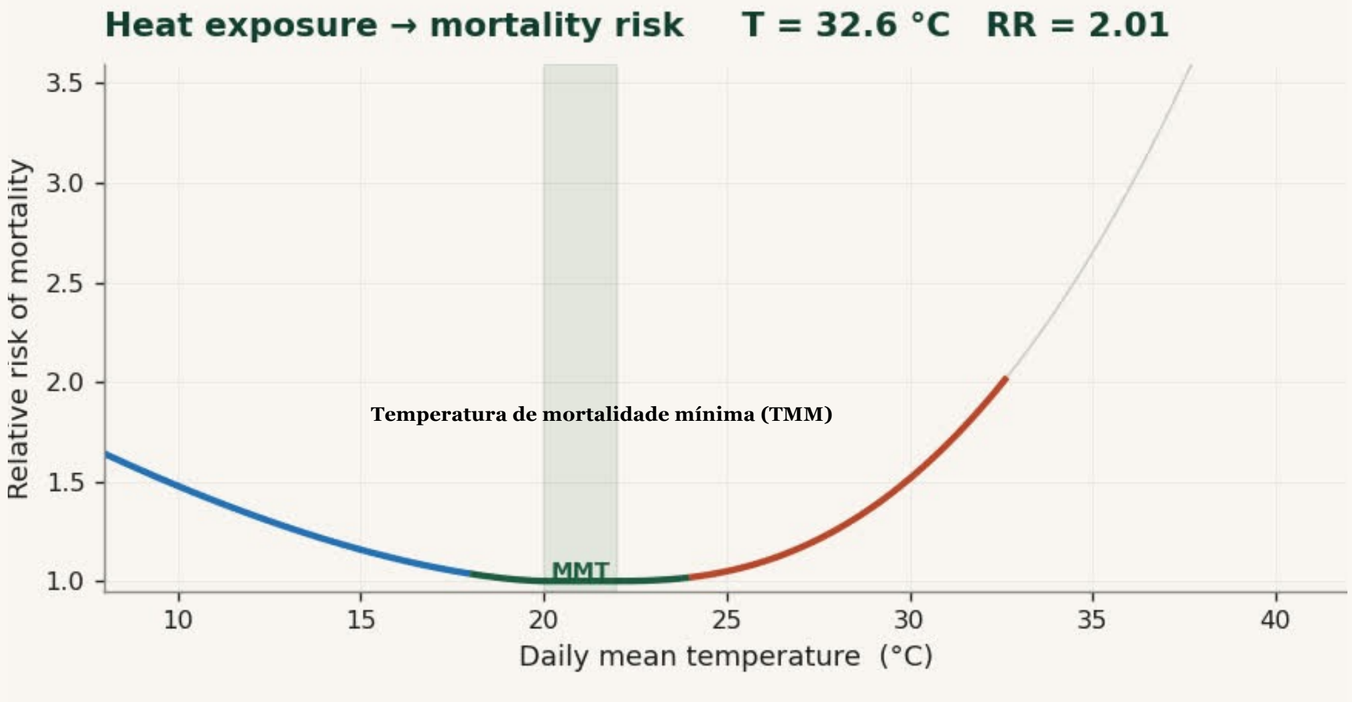
- **Os índices de seca (SPEI)** ligam déficits de chuva-evapotranspiração à desnutrição aguda global e grave (DAG/DAGr).
- **Via WASH:** inundações e secas contaminam a água → doenças diarreicas → perda de nutrientes → emaciação.
- Etiópia 2025: **~900 mil crianças em risco de emaciação grave** em meio à seca e ao deslocamento (UNICEF).
- **A via é mediada socialmente**: renda familiar, escolaridade de quem cuida e acesso à água determinam se um choque climático se torna uma crise nutricional.

Fontes: *UNICEF/WHO/World Bank JME (2025 edition) · Klapka et al. (2026) J Human Nutrition & Dietetics · UNICEF USA (2025).*

ESTUDO 3

Calor e emaciação infantil (WHZ)

Estresse térmico → nutrição materna, gestação, segurança alimentar → emaciação/WHZ



Exposição ao calor → o risco de mortalidade segue uma curva em J/U. O déficit de crescimento mostra dose-resposta análoga em estudos de coorte.

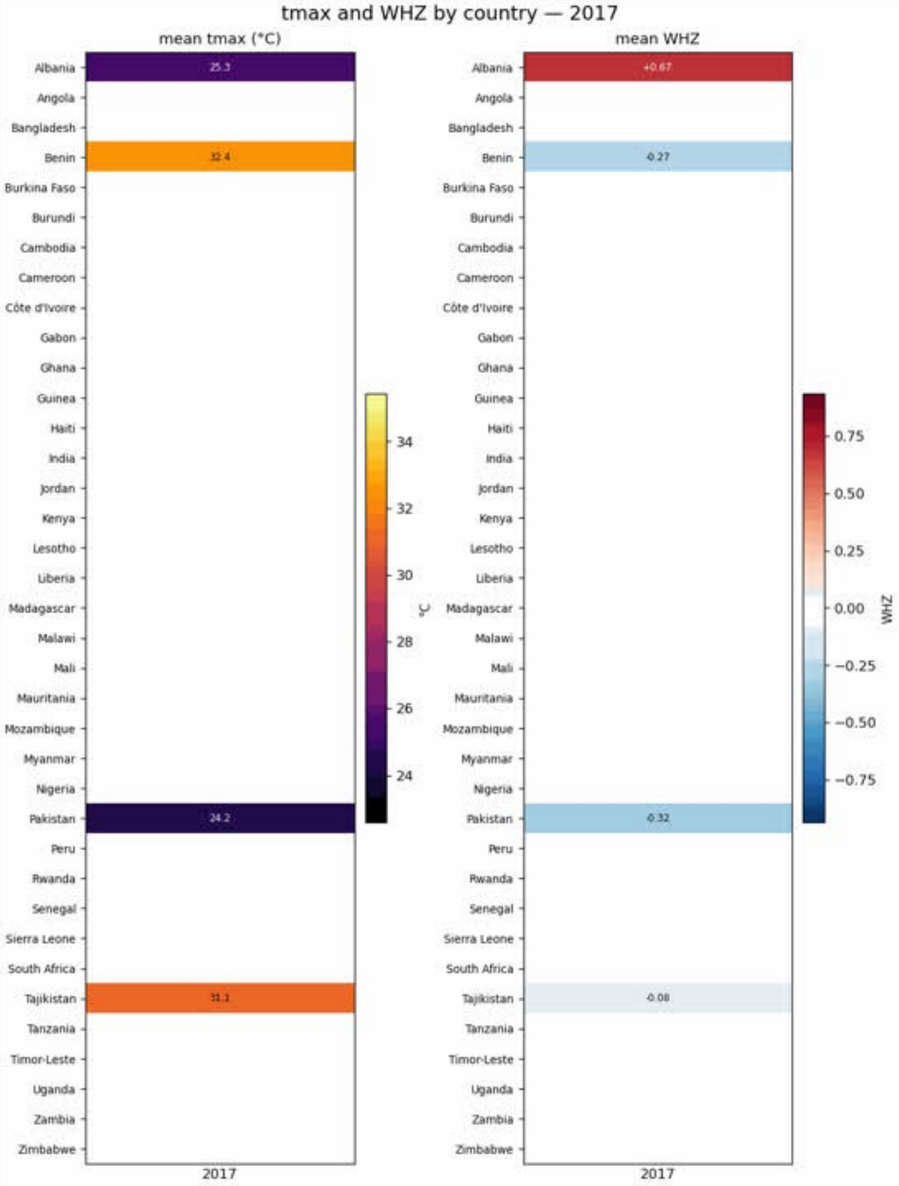
Desfecho WHZ: indica como o peso de uma criança se compara a uma população de referência saudável para sua altura e idade.

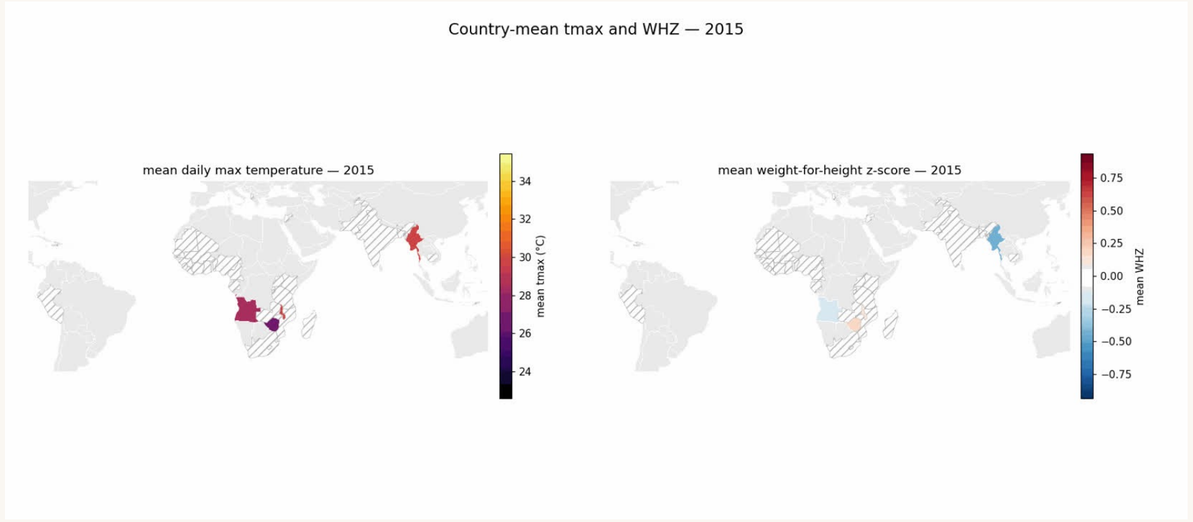
- WHZ = escore Z de peso para estatura: quanto o peso de uma criança se desvia do peso mediano da OMS para uma criança saudável de mesma estatura e sexo, em desvios-padrão
- Conglomerados DHS / MICS georreferenciados
- Contagem de dias de calor na janela de 1.000 dias
- Exposição materna ao calor na gestação
- Ajuste: riqueza, aleitamento, dieta

https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108691.
(https:/www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412024002770)

ESTUDO 3

Calor → WHZ — resultados





.

- **WHZ = 0** → exatamente na mediana saudável da OMS.
- **WHZ negativo** → a criança é mais leve que a mediana para sua estatura (magra para seu tamanho). É a definição de emaciação, que reflete desnutrição aguda (falta recente de alimento, doença ou ambos), diferente do déficit de crescimento, que é crônico.
- **WHZ < −2** → emaciação moderada
- **WHZ < −3** → desnutrição aguda grave (DAG): alto risco de mortalidade, limiar de emergência clínica.
- **WHZ positivo** → mais pesada que a mediana para a estatura (pode tender ao sobrepeso em valores muito altos, mas pequenos valores positivos indicam apenas boa nutrição).

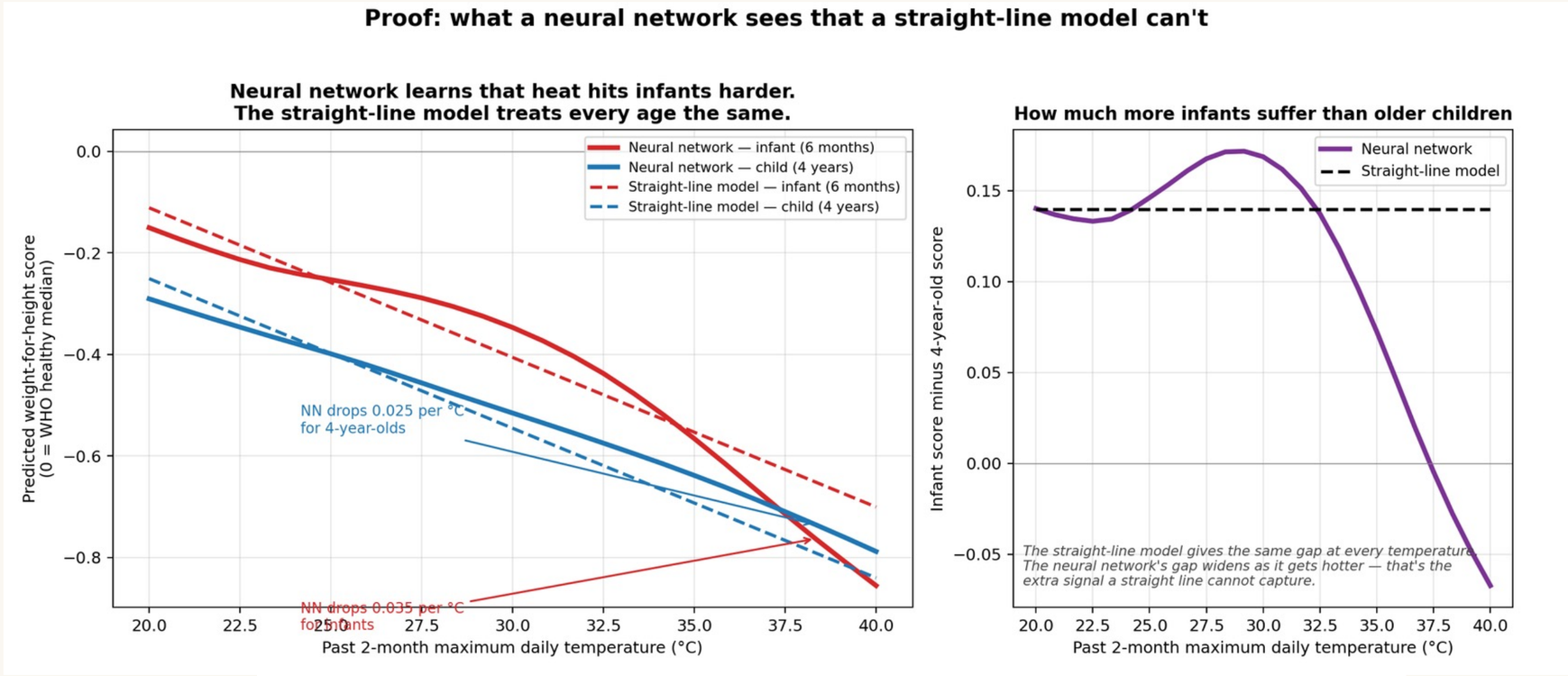
Melhorando a interpretação dos dados com visualização

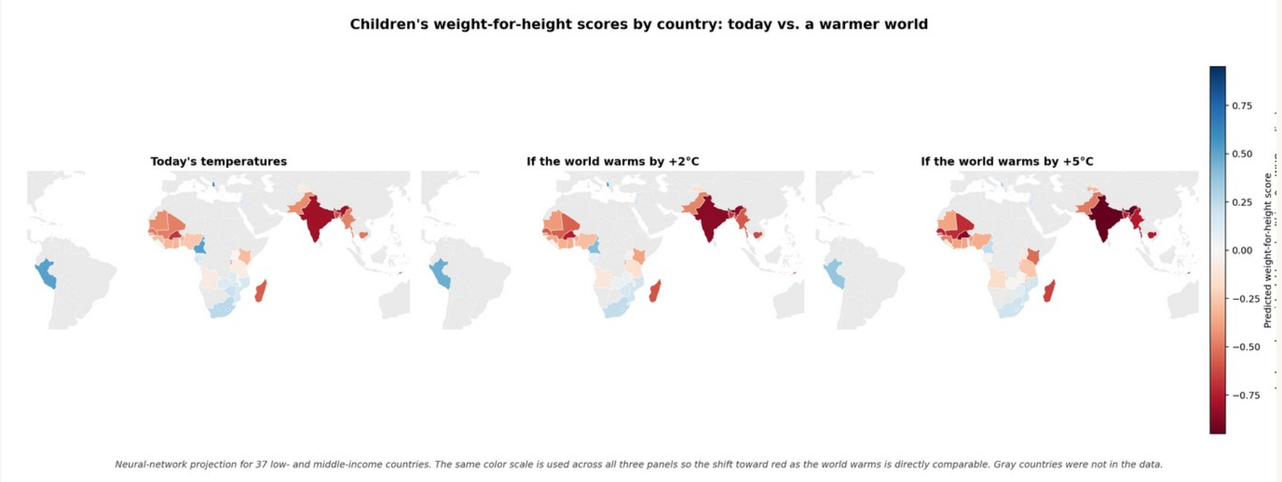


Heat exposure → wasting risk follows a J-shaped curve. MWT = temperature with the lowest wasting risk; bins need ≥30 children.

Melhorando a interpretação dos dados com visualização

Uma rede neural feedforward de duas camadas (64 → 32 unidades ReLU), treinada com 64.000 crianças e testada com 16.000, prevê o peso para estatura a partir de temperatura, idade, condições do domicílio e de saneamento e país. Ao contrário do modelo linear, ela aprende que o calor prejudica mais os bebês do que as crianças maiores.





SEÇÃO 04

Doenças relacionadas ao calor na população em geral

Estudo de coorte retrospectivo, 2017–2022 · PharMetrics® Plus, mapeado para OMOP

141,672
PESSOAS AFETADAS

285,555
EVENTOS DE DRC

67,4 anos
IDADE MÉDIA

Enquete ao vivo 7 de 8

Aproximadamente quanto a doença relacionada ao calor em adultos com 65+ supera a de adultos de 18–64?

A Cerca do dobro

B De três a cinco vezes mais

C Cerca de dez vezes mais

D Na verdade é menor

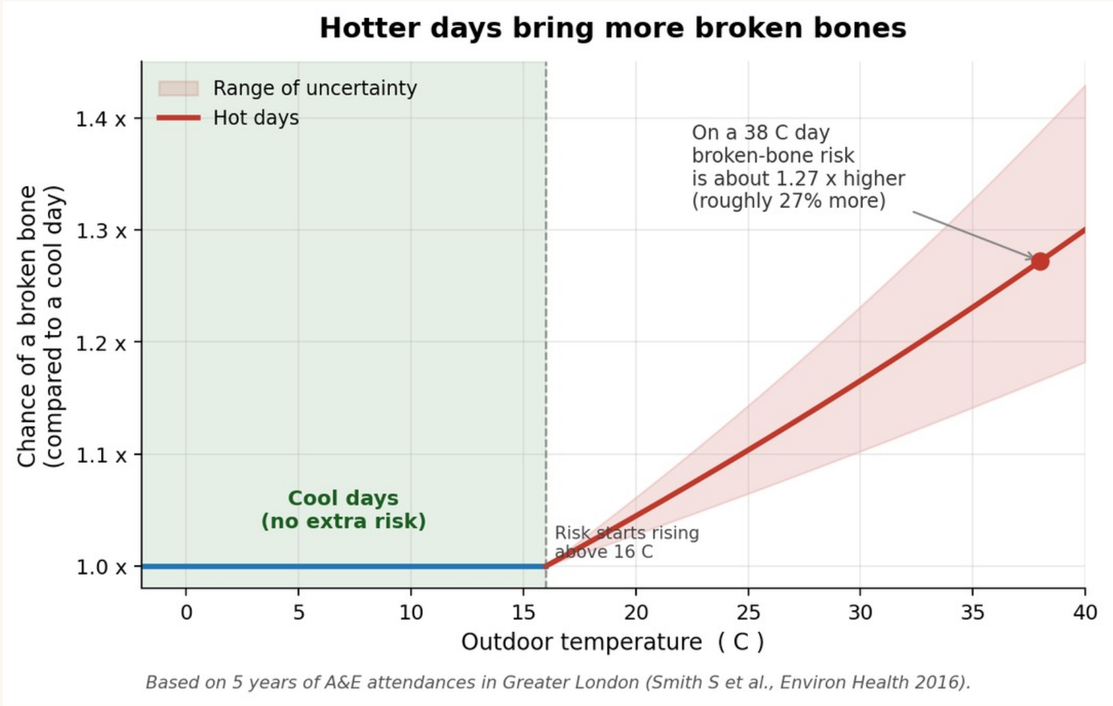
partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

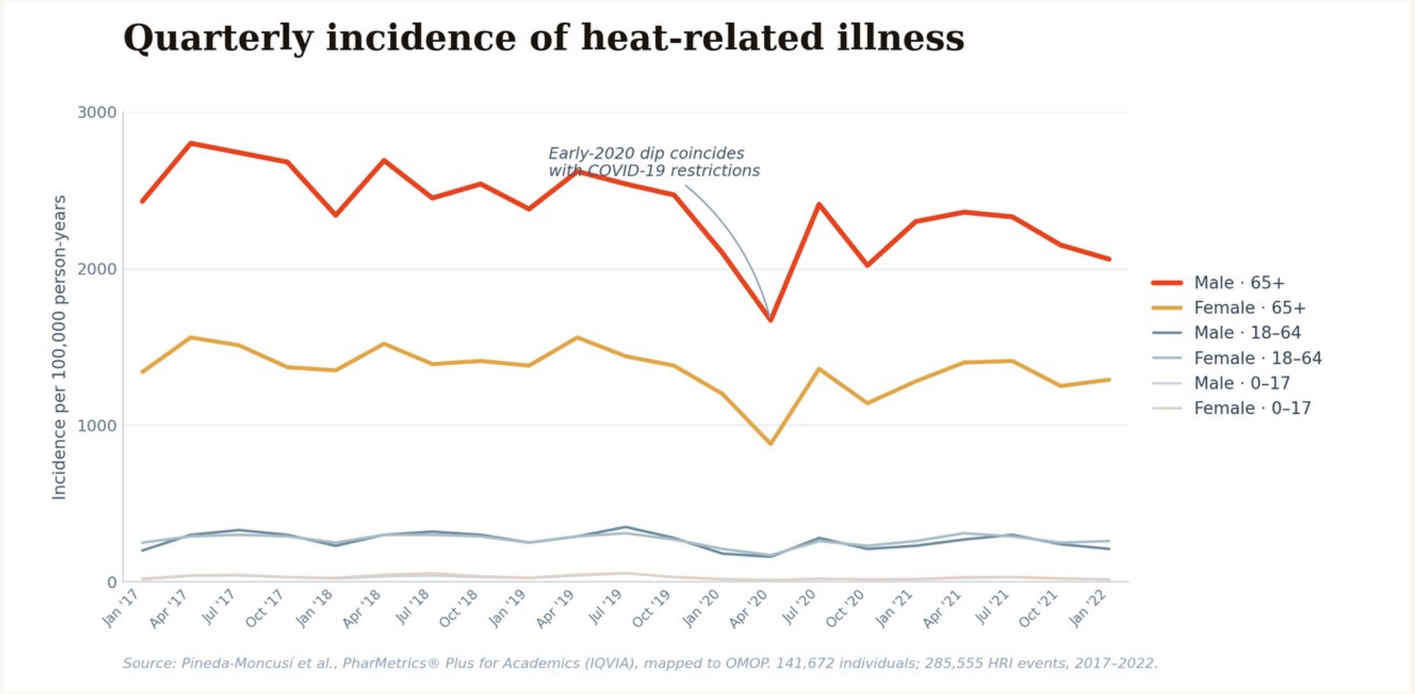
ESTUDO 4

Doença por calor (estudos OMOP)

relevância para a pesquisa musculoesquelética



Com o aumento da temperatura externa, o risco de fratura também aumenta.



Idosos têm incidência registrada de doença relacionada ao calor muito maior, especialmente homens com 65+

Khalid S, et al. Incidence of Heat-Related Illness in the United States, 2017–2022. University of Oxford.

● Enquete ao vivo 8 de 8

Qual é a maior limitação de usar dados históricos de clima e saúde para responder a perguntas de adaptação?

A Dados históricos não são úteis

B O clima futuro pode não se parecer com o passado

C Dados de saúde não podem ser modelados com IA

D O AM não capta não linearidade

partici.fi/48693342

Escaneie ou digite para votar

Problemas em aberto para a comunidade CCAI

Fronteiras metodológicas

- **Integrar projeções climáticas CMIP6 / SSP** à previsão, não só o tempo passado.
- AM causal e transferível; adaptação de domínio entre regiões.
- Modelos de base e LLMs: a previsão de crises alimentares com PLN sobre notícias já mostra ganho de 46% em acurácia.
- Quantificação da incerteza → alertas probabilísticos prontos para decisão.

Prática e equidade

- **Codesenho centrado na equidade** com sistemas de saúde de PBMR; dados abertos e reprodutibilidade.
- Pouco explorado: fusão clima–IRA; emaciação + déficit de crescimento concomitantes; choques climáticos compostos.
- Manter as implantações além do financiamento piloto: a lição do EPIDEMIA.

Vários caminhos importantes:

- **Trazer projeções climáticas futuras para os modelos de saúde.**
- **Modelos transferíveis entre regiões.**
- **Raciocínio causal mais forte.**
- **Quantificação da incerteza.**
- **Projetar esses sistemas com os sistemas de saúde e as comunidades afetadas.**

A maior lacuna: a maioria dos modelos aprende com o tempo passado, então não consegue responder às perguntas de adaptação que os formuladores de políticas de fato fazem.

Fontes: *Colón-González et al. (2021) · Balashankar et al. (2022) Science Advances 8:eabm3449 · scoping reviews (2024–26).*

Obrigado

Bluesky: @phi-lab.bsky.social

A saúde humana e a saúde do planeta são um só sistema, e os dados enfim são bons o bastante para agir.
www.terrahealth.net

Perguntas e debate

usman.nazir@ndorms.ox.ac.uk

Extras