

Implicazioni socio-sanitarie della deforestazione: un focus sulla crisi nell'area amazzonica

Dott.ssa Roberta Carbonara

ISDE BARI

UOC Radioterapia Oncologica

Ospedale Generale Regionale "F. Miulli", Acquaviva delle Fonti (BA)



Rapporto FAO: la deforestazione globale rallenta, ma le foreste restano sotto pressione

L'ultima "Valutazione delle risorse forestali mondiali" offre analisi dettagliate per 236 paesi e territori

**Estensione: le foreste ricoprono oltre 4,14 miliardi di ettari,
pari al 32% dell'intera superficie terrestre**

- La deforestazione è scesa a 10,9 milioni di ettari all'anno nel periodo 2015-2025, rispetto ai 17,6 milioni del decennio 1990–2000

- Per contro, il tasso di espansione forestale è diminuito, da 9,88 milioni (2000–2015) a 6,78 milioni di ettari all'anno (2015–2025)

**Aggiornamenti 2026
Foresta Amazzonica
brasiliana:**

**Calo deforestazione del 41,8%
tra agosto 2025 e luglio 2026**

BACKGROUND

Principali contributi delle foreste su aspetti di interesse socio-sanitario:

- ✓ regolazione climatica e degli ecosistemi
- ✓ produzione di energie rinnovabili
- ✓ sicurezza alimentare
- ✓ sicurezza microbiologica
- ✓ sussistenza delle comunità locali

SCOPI della revisione della letteratura su banca dati sanitaria:

- valutare le principali **implicazioni della deforestazione sulla salute e sicurezza umana** a livello globale
 - riportare eventuali **proposte e manovre** volte a mitigarne gli effetti

Perchè un focus sull'area amazzonica?

La più ampia in proporzione e per distribuzione

A livello di **proporzione e distribuzione dell'area forestale globale** per zona climatica, nel 2020 la situazione delle foreste è rappresentata nella mappa a seguito. Al primo posto come estensione superficiale relativa si collocano le **foreste tropicali** (che coprono il 45% dell'estensione forestale globale), seguite dalle **foreste boreali** (al 27% di copertura), poi seguite dalle **foreste temperate** (al 16%) ed infine seguite dalle **foreste subtropicali** (all'11% della superficie forestale globale):



Fonte: FRA 2020, FAO

Perchè un focus sull'area amazzonica?

La più ampia in proporzione e per distribuzione

La distribuzione forestale non è però omogenea nei vari Stati e Continenti, dal momento **che più della metà delle foreste (pari al 54%) sono ospitate in soli 5 Paesi** quali la Federazione Russa, il Brasile, il Canada, gli USA e la Cina:



Fonte: FRA 2020, FAO

MATERIALI E METODI

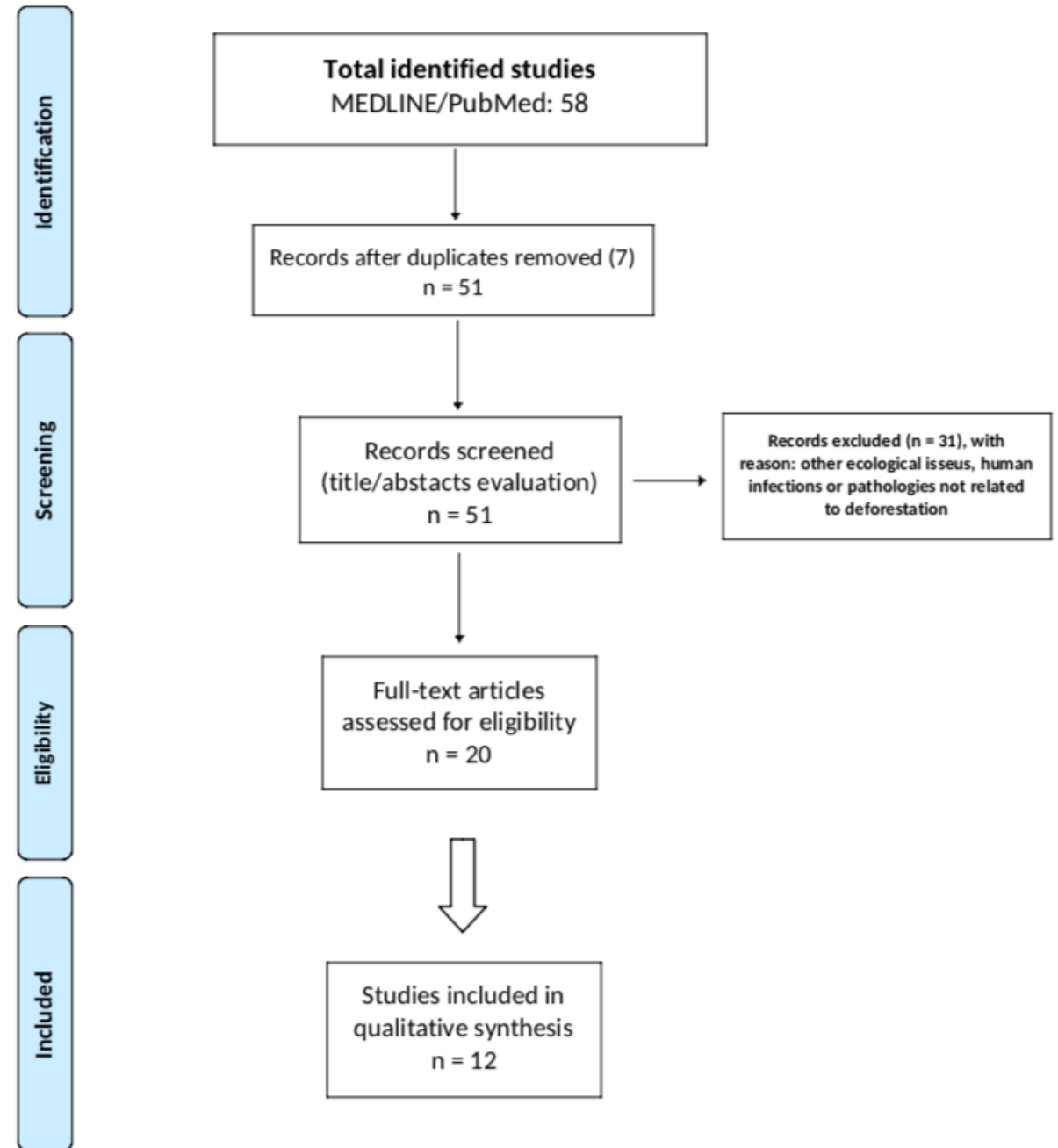
Keyword and search strategies

1. (Amazonian deforestation) AND (global human health)
2. (Amazonian environment) AND (global human health)

Date of research: July 2026

Papers published in the last 10 years

PRISMA Flow Diagram



RISULTATI:

implicazioni della deforestazione amazzonica sulla salute e sicurezza umana:

- conseguenze sanitarie da inquinamento di acqua/suolo da metalli pesanti (n.7),
- conseguenze sanitarie da cambiamenti climatici/fenomeni metereologici e idrogeologici estremi (n.1),
- conseguenze sanitarie da gas inquinanti (n.1),
- cambiamenti sociali (n.4), modifiche microbiota/epigenetiche (n.2)

Da alcuni lavori sono emerse proposte per mitigarne gli effetti

► Consequenze sanitarie da inquinamento di acqua/suolo da metalli pesanti (n.7)



> *Sci Total Environ.* 2022 Aug 10;833:155161. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155161.
Epub 2022 Apr 11.

High rates of mercury biomagnification in fish from Amazonian floodplain-lake food webs

Kelsey Nyholt¹, Timothy D Jardine², Francisco Villamarín³, Cristina M Jacobi⁴,
Joseph E Hawes⁵, João V Campos-Silva⁶, Stephen Srayko¹, William E Magnusson⁷

> *Environ Res.* 2025 Nov 15;285(Pt 3):122469. doi: 10.1016/j.envres.2025.122469.
Epub 2025 Jul 28.

"Effects of mercury exposure in three Amazonian agricultural plant species and the impact on bacterial population in soil"

Maria J Rodriguez-Pascual¹, Claudia Vega², Natasha Andrade¹, Luis E Fernández³,
Shih-Huai Cheng¹, Birthe Kjellerup¹, Alba Torrents⁴

Affiliations: 1. Universidad



International Journal of
Environmental Research
and Public Health



Article

Impairment in Working Memory and Executive Function Associated with Mercury Exposure in Indigenous Populations in Upper Amazonian Peru

Alycia K. Silman^{1,2,*}, Raveena Chhabria³, George W. Hafzalla³, Leahanne Giffin³, Kimberly Kucharski³,
Katherine Myers³, Carlos Culquichicón⁴, Stephanie Montero⁴, Andres G. Lescano⁴, Claudia M. Vega⁵,
Luis E. Fernandez^{2,5,6,7}, Miles R. Silman^{2,6}, Michael J. Kane⁸ and John W. Sanders³

> *Environ Geochem Health.* 2026 Feb 3;48(3):131. doi: 10.1007/s10653-026-03011-3.

Environmental impacts of toxic elements on crop-grazing soils in areas surrounding artisanal mining in the Brazilian Amazon

Flavio Henrique Santos Rodrigues¹, Wendel Valter da Silveira Pereira², Yan Nunes Dias³,
Sílvia Junio Ramos³, Paula Godinho Ribeiro^{3,4}, Matheus Bortolanza Soares⁵,
Marcele Farias Pereira⁶, Antonio Rodrigues Fernandes⁶

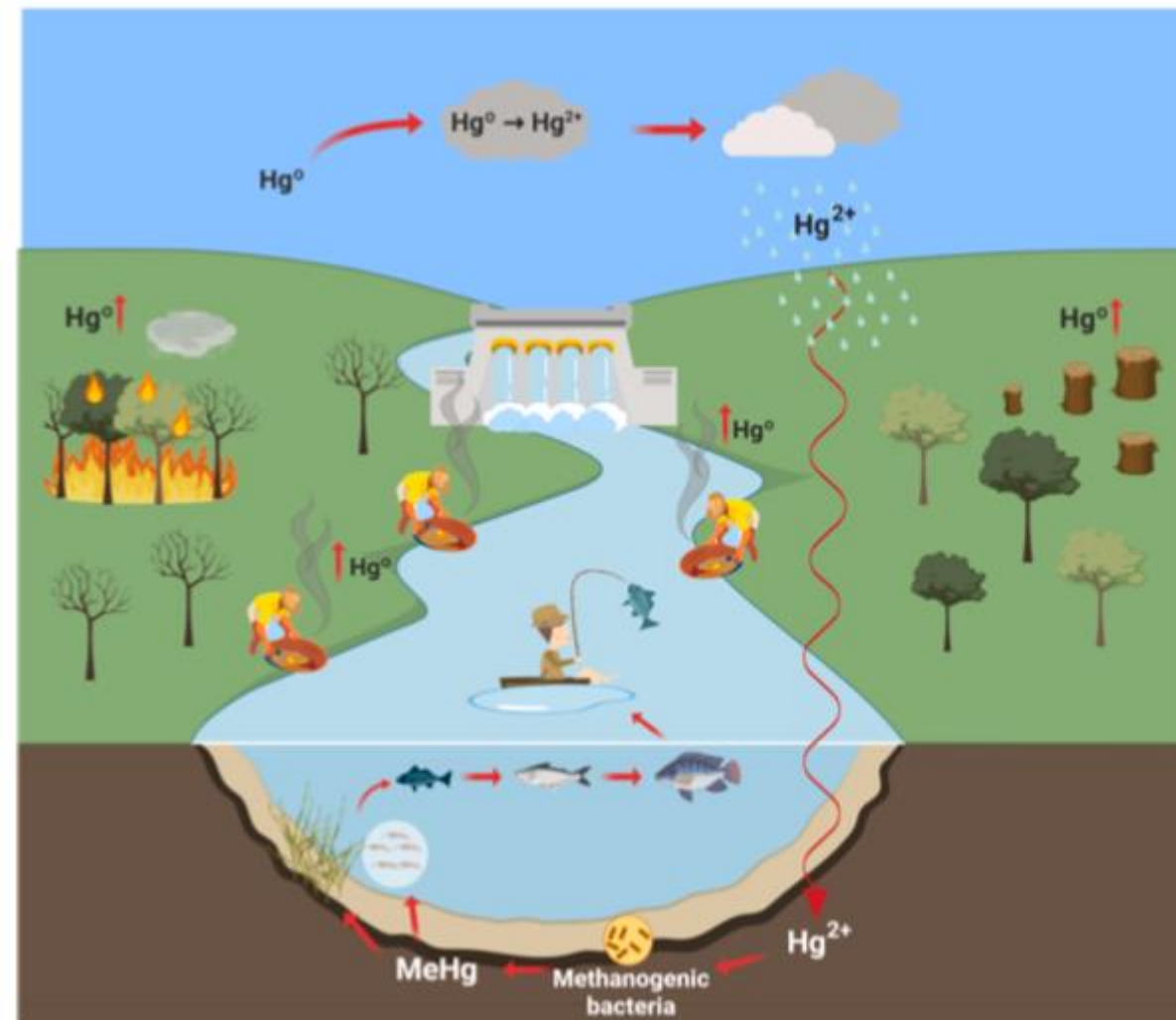
An Acad Bras Cienc (2020) 92(1): e20191375 DOI 10.1590/0001-37652020191375
Anais da Academia Brasileira de Ciências | Annals of the Brazilian Academy of Sciences
Printed ISSN 0001-3765 | Online ISSN 1678-2690
www.scielo.br/aabc | www.fb.com/aabcjournal

BIOLOGICAL SCIENCES

**Beyond diversity loss and climate change:
Impacts of Amazon deforestation on
infectious diseases and public health**

► Conseguenze sanitarie da inquinamento di acqua/ suolo da metalli pesanti

M.E. Crespo-Lopez et al.

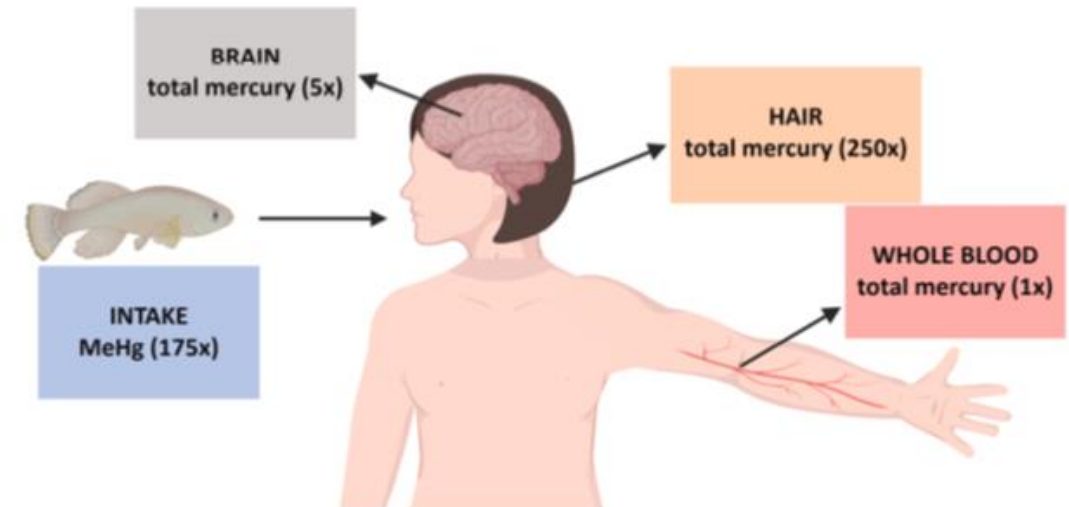


Mercury: What can we learn from the Amazon?

Maria Elena Crespo-Lopez^{a,*}, Marcus Augusto-Oliveira^a, Amanda Lopes-Araújo^a, Leticia Santos-Sacramento^a, Priscila Yuki Takeda^a, Barbarella de Matos Macchi^b, José Luiz Martins do Nascimento^{b,c}, Cristiane S.F. Maia^d, Rafael R. Lima^e, Gabriela P. Arrifano^a

M.E. Crespo-Lopez et al.

Environment International 146 (2021) 106223



	MeHg Intake		Total Mercury		
	$\mu\text{g/Kg}$ per week	μg per week ¹	Hair $\mu\text{g/g}$ or ppm	Brain $\mu\text{g/g}$ or ppm	Whole blood $\mu\text{g/ml}$ or ppm ²
USEPA reference dose	0.7	42	1	0.02	0.004
WHO reference dose	1.6	98	2.3	0.046	0.0092
Ratio		175	250	5	1

¹ For an adult of 60 Kg.

² According to the WHO, these values can reach 5 and 11.5 $\mu\text{g/L}$ (or ppb) for the reference doses of the USEPA and WHO, respectively, considering that hair mercury can vary between 200 to 300 times the mercury in the blood (WHO/UNEP, 2008).

Article

Impairment in Working Memory and Executive Function Associated with Mercury Exposure in Indigenous Populations in Upper Amazonian Peru

Alycia K. Silman ^{1,2,*}, Raveena Chhabria ³, George W. Hafzalla ³, Leahanne Giffin ³, Kimberly Kucharski ³, Katherine Myers ³, Carlos Culquichicón ⁴, Stephanie Montero ⁴, Andres G. Lescano ⁴, Claudia M. Vega ⁵, Luis E. Fernandez ^{2,5,6,7}, Miles R. Silman ^{2,6}, Michael J. Kane ⁸ and John W. Sanders ³

¹ Department of Psychology, Wake Forest University, Winston-Salem, NC 27109, USA

² Center for Energy, Environment, and Sustainability, Wake Forest University, Winston-Salem, NC 27109, USA

³ Wake Forest School of Medicine, Winston-Salem, NC 27101, USA

⁴ Emerge, Emerging Diseases and Climate Change Research Unit, School of Public Health and Administration, Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), San Martin de Porres 15102, Peru

⁵ Centro de Innovación Científica Amazónica, Puerto Maldonado 17001, Peru

⁶ Department of Biology, Wake Forest University, Winston-Salem, NC 27109, USA

⁷ Carnegie Amazon Mercury Project, Department of Global Ecology, Carnegie Institution for Science, 260 Panama Street, Stanford, CA 94305, USA

⁸ Department of Psychology, University of North Carolina at Greensboro, Greensboro, NC 27412, USA

* Correspondence: silmanak@wfu.edu



Citation: Silman, A.K.; Chhabria, R.; Hafzalla, G.W.; Giffin, L.; Kucharski, K.; Myers, K.; Culquichicón, C.; Montero, S.; Lescano, A.G.; Vega, C.M.; et al. Impairment in Working Memory and Executive Function Associated with Mercury Exposure in Indigenous Populations in Upper Amazonian Peru. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 10989. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710989>

Academic Editors: Masayuki Sakakibara, Win Thiri Kyaw, José Luis Rivera Parra and Paul B. Tchounwou

Received: 1 July 2022

Accepted: 30 August 2022

Published: 2 September 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Abstract: The Matsigenka people living traditional lifestyles in remote areas of the Amazon rely on a fish-based diet that exposes them to methylmercury (MeHg) at levels that have been associated with decreased IQ scores. In this study, the association between Hg levels and working memory was explored using the framework of the Multicomponent Model. Working memory tasks were modified to fit the culture and language of the Matsigenka when needed and included measures for verbal storage (Word Span) visuospatial storage (Corsi Block Task) and a measure of executive functions, the Self-Ordered Pointing Task (SOPT). An innovation of the Trail Making Tests A & B (TMT A & B) was pilot tested as another potential measure of executive functions. The mean hair Hg levels of 30 participants, ages 12 to 55 years, from three different communities (Maizal, Cacaotal and Yomibato) was 7.0 ppm (sd = 2.40), well above the World Health Organization (WHO) limit for hair of 2.0 ppm and ranged from 1.8 to 14.2 ppm, with 98% of a broader sample of 152 individuals exceeding the WHO limit. Hair Hg levels showed significant associations with cognitive performance, but the degree varied in magnitude according to the type of task. Hg levels were negatively associated with executive functioning performance (SOPT errors), while Hg levels and years of education predicted visuospatial performance (Corsi Block accuracy). Education was the only predictor of Word Span accuracy. The results show that Hg exposure is negatively associated with working memory performance when there is an increased reliance on executive functioning. Based on our findings and the review of the experimental research, we suggest that the SOPT and the Corsi Block have the potential to be alternatives to general intelligence tests when studying remote groups with extensive cultural differences.

Review

> Sci Total Environ. 2025 Oct 25;1001:180537. doi: 10.1016/j.scitotenv.2025.180537.

Epub 2025 Sep 23.

Human methylmercury exposure/intoxication in the Global South: Insights for prevention/mitigation in the Amazonian context

Marcus Augusto-Oliveira ¹, Gabriela Arrifano ², Caio Leal-Nazaré ³, Isabela Soares-Silva ³, Leticia Santos-Sacramento ³, Amanda Lopes-Araujo ³, Fernanda Arrifano ³, Carlos Souza ⁴, Camila Lago-Pinheiro ³, Maria Elena Crespo-Lopez ⁵

Affiliations + expand

PMID: 40992186 DOI: [10.1016/j.scitotenv.2025.180537](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180537)

Abstract

Mercury is a toxic metal with global consequences for environmental and human health. Global South is home to 3 of the world's 5 largest mercury emitters; besides high emission, such countries are the most affected, especially in regions such as Amazon. Based on the Amazonian context, this review discusses characteristics (such as anthropogenic sources and the presence of traditional populations) and compiles initiatives and proposals of realistic strategies to prevent/mitigate methylmercury exposure and intoxication including recommendations for case reports, initiatives to improve human biomonitoring, proposals for diagnostic tools, and adjuvant strategies with exercise and dietary adjustment interventions. Since similar characteristics (high emissions, presence of traditional populations, geographic isolation, limited access to health assistance, etc.) can also be found in other regions of the Global South, all these recommendations, initiatives, and proposals have the potential for being adapted by other countries, while respecting their unique differences.

► Conseguenze sanitarie da cambiamenti climatici/fenomeni metereologici e idrogeologici estremi (n.1)

An Acad Bras Cienc (2020) 92(1): e20191375 DOI 10.1590/0001-3765202020191375
Anais da Academia Brasileira de Ciências | Annals of the Brazilian Academy of Sciences
Printed ISSN 0001-3765 | Online ISSN 1678-2690
www.scielo.br/aabc | www.fb.com/aabcjournal

BIOLOGICAL SCIENCES

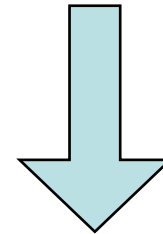
Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health

JOEL HENRIQUE ELLWANGER, BRUNA KULMANN-LEAL, VALÉRIA L. KAMINSKI,
JACQUELINE MARIA VALVERDE-VILLEGAS, ANA BEATRIZ G. DA VEIGA, FERNANDO
R. SPILKI, PHILIP M. FEARNSIDE, LÍLIAN CAESAR, LEANDRO LUIZ GIATTI, GABRIEL
L. WALLAU, SABRINA E.M. ALMEIDA, MAURO R. BORBA, VANUSA P. DA HORA &
JOSÉ ARTUR B. CHIES

Fenomeni metereologici estremi da deforestazione:

- alterazioni dei modelli di precipitazioni
- ondate di calore
- forti tempeste
- siccità >> aumentato rischio di incendi e circolo vizioso

*Gli incendi dolosi (agricoli/connessi alla deforestazione) sono un problema frequente nella regione amazzonica



gestione emergenziale e impatto sulle condizioni sanitarie
delle popolazioni locali (con sistema sanitario precario)
e globali

► Conseguenze sanitarie da cambiamenti climatici/fenomeni metereologici e idrogeologici estremi (n.1)



I cambiamenti climatici derivanti dalla deforestazione possono favorire la comparsa di **malattie infettive/zoonosi** attraverso i seguenti meccanismi:

- creare/mantenere ambienti favorevoli alla proliferazione dei patogeni
- favorire proliferazione dei vettori
- aumentare la capacità di patogeni di infettare l'ospite

JOEL HENRIQUE ELLWANGER et al.

AMAZON DEFORESTATION AND INFECTIOUS DISEASES

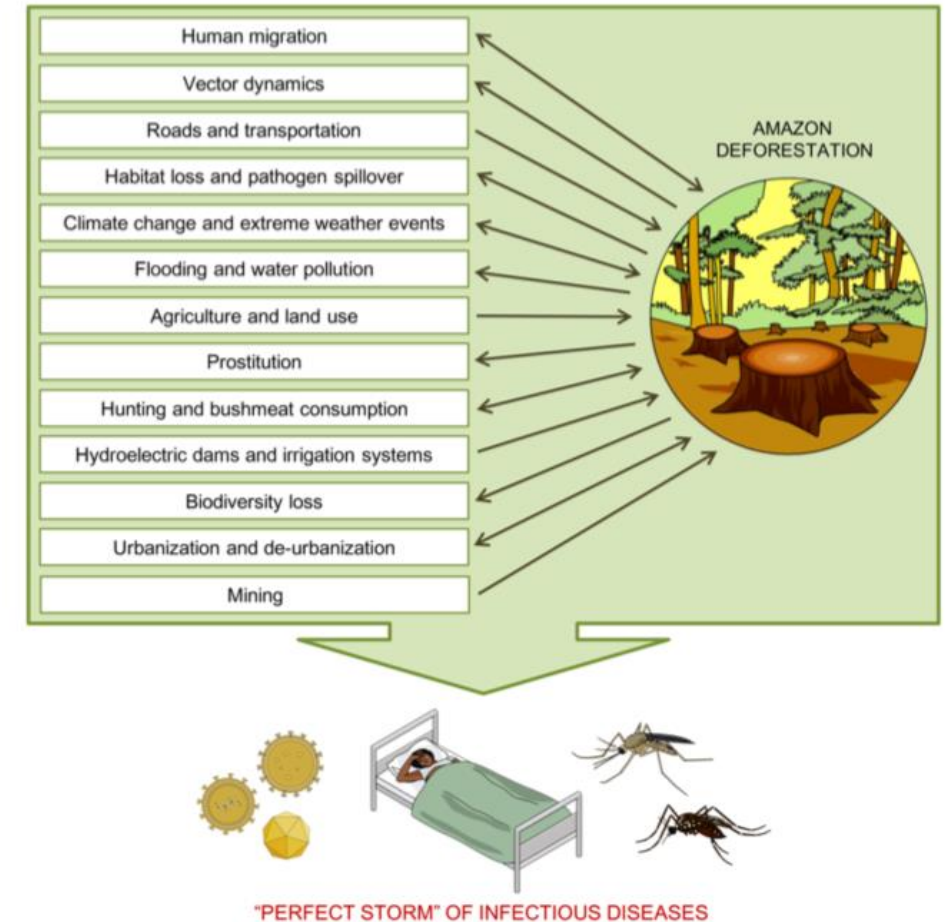


Figure 1. Problems and activities associated with Amazon deforestation and impacts on infectious diseases. The problems and activities associated with the emergence of infectious diseases can result from Amazon deforestation (e.g., floods and water pollution). In other situations, they act as promoters of deforestation (e.g., road construction and mining). Some factors are both consequences and causes of deforestation, as in the case of human migrations and urbanization, as represented by bidirectional arrows. This figure was created using *Mind the Graph* illustrations (available at www.mindthegraph.com).

► Conseguenze sanitarie da cambiamenti climatici/fenomeni metereologici e idrogeologici estremi

EL NIÑO E SALUTE

UN RISCHIO CHE STA CRESCENDO

L'OMS avverte: El Niño sta entrando nella fase più intensa e amplifica gli eventi estremi con impatti diretti sulla salute delle popolazioni.

GLI EVENTI ESTREMI CHE EL NIÑO PUÒ AMPLIFICARE



**CALDO
ESTREMO**



SICCITÀ



INONDAZIONI



INCENDI



TEMPESTE



**IMPATTO
SULLA SALUTE**

I PRINCIPALI IMPATTI SULLA SALUTE

**MALORI LEGATI
AL CALDO**



Aumento dei malori dovuti ad alte temperature e ondate di calore.

**MALATTIE TRASMESSE
DA ACQUA CONTAMINATA**



Più rischi di malattie gastrointestinali e infezioni.

**MALATTIE TRASMESSE
DA VETTORI**



Aumento di patogeni trasmessi da zanzare e altri vettori.

**ECO-ANSIA E
IMPATTO PSICOLOGICO**



Stress, ansia e traumi legati ai disastri naturali in crescita.

**RISCHIO DI COLLASSO
DEI SERVIZI SANITARI**

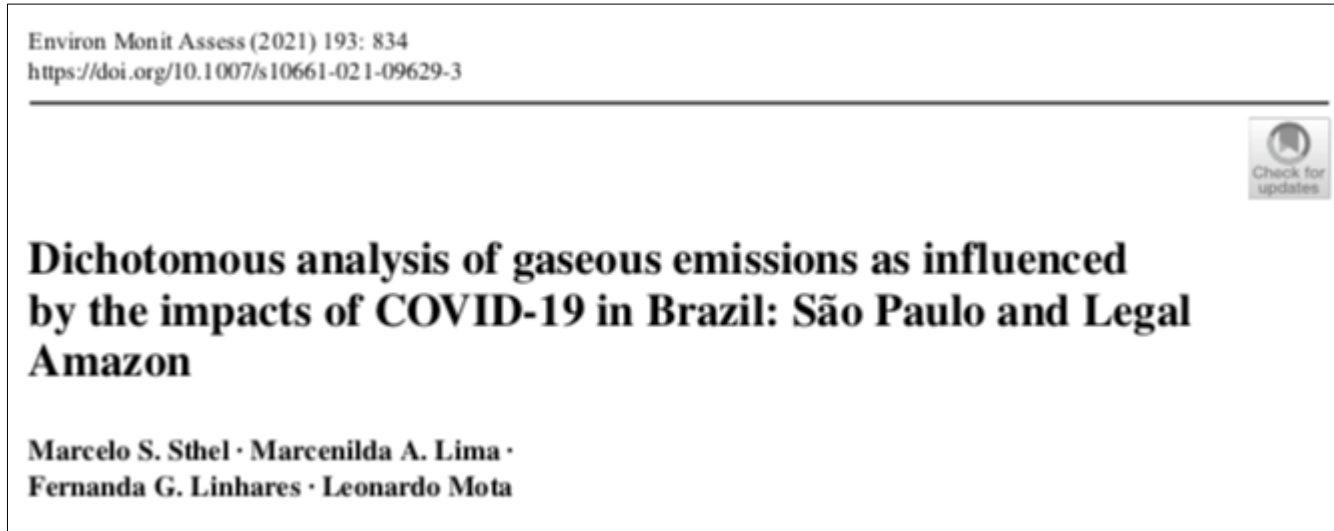


Nelle aree più colpite può essere a rischio l'assistenza essenziale.

Punto di non ritorno (tipping point)

La combinazione tra un "super El Niño" (attivo tra il 2026 e il 2027) e tassi di deforestazione elevati (oltre il 20-25% della superficie) rischia di trasformare parti dell'Amazzonia da foresta pluviale in savana

► Conseguenze sanitarie da gas inquinanti (n.1)



Gli incendi producono la **degradazione termica della biomassa, generando gas inquinanti e particolato materiale**. Questi contaminanti atmosferici sono estremamente dannosi per la salute delle popolazioni amazzoniche.

Impatto del COVID-19 >> aumento della deforestazione e degli incendi nell'Amazzonia Legale brasiliana dopo l'isolamento sociale, a causa della diminuzione delle ispezioni da parte delle agenzie ambientali

Emissioni di CO₂eq nel 2020 (rapporto tecnico del Sistema di stima delle emissioni di gas serra): stimate in aumento tra il 10 e il 20% rispetto al 2018

► Cambiamenti sociali (n.4)

An Acad Bras Cienc (2020) 92(1): e20191375 DOI 10.1590/0001-3765202020191375
 Anais da Academia Brasileira de Ciências | Annals of the Brazilian Academy of Sciences
 Printed ISSN 0001-3765 | Online ISSN 1678-2690
 www.scielo.br/aabc | www.fb.com/aabcjournal

BIOLOGICAL SCIENCES

**Beyond diversity loss and climate change:
 Impacts of Amazon deforestation on
 infectious diseases and public health**

La rapida crescita demografica dovuta alla migrazione verso le aree urbane è associata a scarse condizioni igienico-sanitarie e inquinamento idrico

Soc Sci Med. 2019 November ; 241: 112448. doi:10.1016/j.socscimed.2019.112448.

The (in)visible health risks of climate change

Luke Parry^{a,b}, Claudia Radel^c, Susana B. Adamo^d, Nigel Clark^a, Miriam Counterman^e,
 Nadia Flores-Yeffal^f, Diego Pons^g, Paty Romero-Lankao^h, Jason Vargoⁱ

Received: 14 February 2024 | Revised: 24 August 2024 | Accepted: 21 September 2024

DOI: 10.1111/cobi.70034

Conservation Biology

REVIEW

Interdependencies between Indigenous peoples, local communities, and freshwater systems in a changing Amazon

Simone Athayde^{1,2,3} | Renata Utsunomiya⁴ | Lulu Victoria-Lacy⁵ | Claire Beveridge⁵ |
 Clinton N. Jenkins^{3,5} | Juliana Laufer⁵ | Sebastian Heilpern⁶ | Paulo Olivas⁵ |
 Elizabeth P. Anderson⁵

CONSERVATION BIOLOGY

Conservation Biology

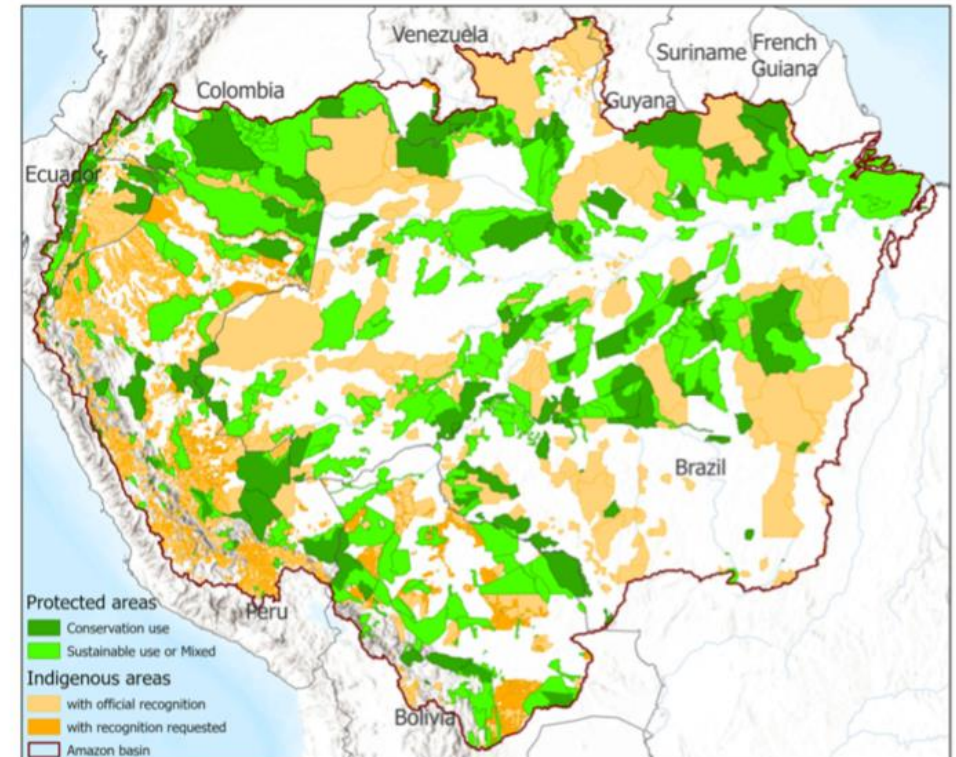


FIGURE 1 Indigenous territories and protected areas in the Amazon basin. Data layers are from RAISG (Amazon Network of Georeferenced Socio-Environmental Information) (<https://www.raisg.org/en/>).

► Cambiamenti sociali

RESEARCH ARTICLE

Multiple non-climatic drivers of food insecurity reinforce climate change maladaptation trajectories among Peruvian Indigenous Shawi in the Amazon

Carol Zavaleta^{1,2*}, Lea Berrang-Ford^{1na}, James Ford^{1na}, Alejandro Llanos-Cuentas², César Cárcamo², Nancy A. Ross¹, Guillermo Lancha³, Mya Sherman^{1mb}, Sherilee L. Harper^{4mc}, the Indigenous Health and Adaption to Climate Change Research Group¹

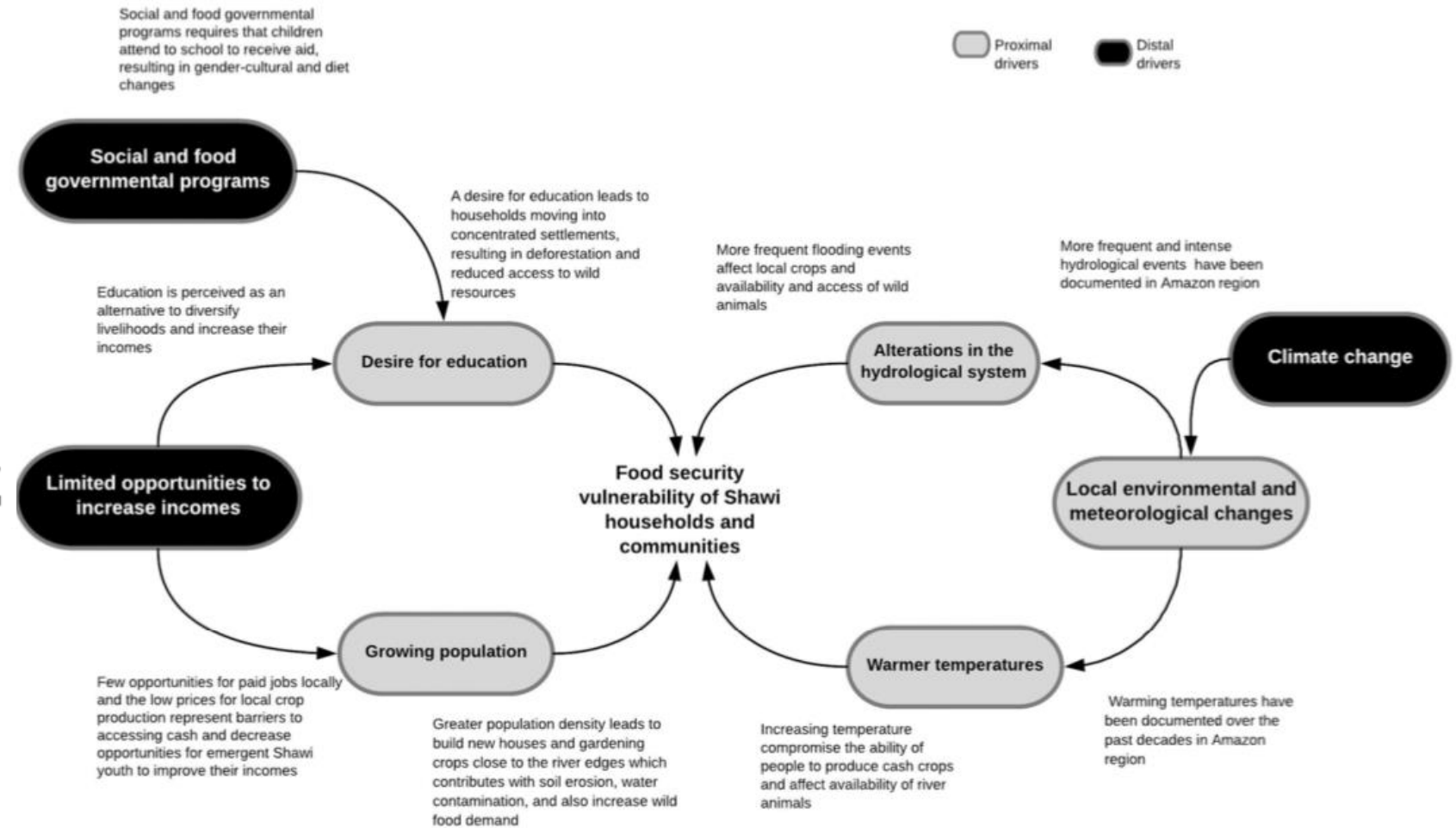


Fig 8. Distal drivers reinforce proximal drivers to shape Shawi food security vulnerability to climate change.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205714.g008>

► Cambiamenti epigenetici / modifiche del microbiota



Il cambiamento demografico e culturale nella regione amazzonica è caratterizzato da un'espansione urbana delle città fluviali esistenti e dalla creazione di nuovi insediamenti periurbani con economia basata sull'agricoltura, industrie estrattive e infrastrutture.

Gli studi sul microbiota intestinale si sono concentrati prevalentemente su orticoltori rurali e cacciatori-raccoglitori, con scarsa attenzione alle popolazioni urbane.

*Leticia, situata nell'Amazzonia colombiana meridionale, funge da capitale del Dipartimento dell'Amazzonia e forma un complesso urbano a cavallo dei confini di Brasile, Colombia e Perù.

Risultati:

Tendenza a **cambiamenti nel microbiota intestinale** dei residenti in aree urbane, che potrebbero portare a una maggiore suscettibilità alle malattie croniche non trasmissibili. Questi risultati forniscono nuove informazioni sull'impatto dell'urbanizzazione sulle dinamiche del microbiota intestinale nel contesto amazzonico e sottolineano la necessità di ulteriori ricerche su eventuali conseguenze per la salute.

LIMITI e PROPOSTE

✓ **Punti di forza = rappresentazione di un sistema complesso:**

Focus su effetti rilevati nella più vasta area forestale del pianeta, esposta a specifiche criticità derivanti sia da azioni locali e che da influenze globali

- Raccolta dati limitata dalla complessità, povertà e talora inesplorabilità del territorio

RICERCA:

► **Necessari ulteriori studi sul campo per raccogliere dati (epidemiologici, biologici, ecc) più ampi e meno eterogenei**

► **Utilizzare metodi, per analisi dei fenomeni e dei rischi, già validati in altri setting geografici**

► **Risultati di future analisi potrebbero permettere di sviluppare modelli per predire rischi di effetti sulla salute a livello globale**

AZIONE CONCRETA:

► **Promulgare un approccio One Health**

► **Controllare a più livelli la deforestazione, per preservare la biodiversità e tutelare la salute delle specie viventi**

A black and white aerial photograph of the Amazon rainforest. A wide, winding river flows through the dense, textured canopy of the forest. The sky above is filled with dramatic, layered clouds, with a bright light source breaking through near the horizon, creating a strong contrast and illuminating the scene. The word "GRAZIE" is superimposed in a white, serif font in the upper right quadrant of the image.

GRAZIE

*Photo: Amazonia,
Sebastiao Salgado*