

Reducció del risc de catàstrofes a Manaus: reptes i possibilitats d'adaptació climàtica a les ciutats amazòniques

Rogério Ribeiro Marinho



MUSA, Museu de l'Amazones, amb la ciutat de Manaus al fons. Fotografia: Adelino Meireles

Introducció

La urbanització accelerada de les ciutats amazòniques planteja reptes únics per a la planificació urbana resilient al segle xxi. Manaus, metròpoli de 2.063.689 habitants i epicentre econòmic de l'Amazònia occidental, exemplifica les complexitats de la gestió de riscos en territoris on convergeixen vulnerabilitats socials, fragilitats mediambientals i fenòmens climàtics extrems. Amb el 55 % de la seva població residint en comunitats urbanes precàries i el 50 % amb accés a la xarxa d'aigües residuals,[1] a capital amazònica afronta una crisi multidimensional que exigeix solucions innovadores i participatives.

D'acord amb el Marc de Sendai (2015-2030), que promou enfocaments intersectorials i centrats en les persones per a la reducció del risc de catàstrofes [1] el Brasil impulsa des del 2003 el desenvolupament de plans municipals de reducció de riscos (PMRR). Tot i els avenços en el diagnòstic fisicoterritorial, aquests instruments encara presenten biaixos metodològics que prioritzen els aspectes geotècnics en detriment de les dimensions socials.

[1]No obstant això, s'observa una manca d'iniciatives que integrin coneixements comunitaris, solucions basades en la natura i la governança participativa per oferir models reproduïbles per a les ciutats amazòniques.

El PMRR s'alinea directament amb els objectius de desenvolupament sostenible (ODS), especialment l'ODS 11 (Ciutats i comunitats sostenibles) i l'ODS 13 (Acció climàtica), fet que demostra que la resiliència urbana a l'Amazònia requereix enfocaments que reconeguin les especificitats regionals sense perdre de vista els compromisos globals.

El PMRR de Manaus, desenvolupat entre 2024 i 2025 mitjançant la cooperació entre la Universitat Federal de l'Amazones, la Secretaria Nacional de Perifèries del Ministeri de les Ciutats i l'Ajuntament, representa una fita en la planificació urbana resilient a la regió amazònica. Aquest instrument tècnic i de gestió estratègica no només cartografia i diagnostica els sectors de risc, sinó que busca integrar el coneixement científic, el coneixement comunitari i les tecnologies avançades de monitoratge en sectors urbans vulnerables a les inundacions i esllavissades.

Els plans municipals de reducció de riscos (PMRR) cartografien i diagnostiquen els sectors de risc i busquen integrar el coneixement científic i comunitari, i les tecnologies avançades de monitoratge en sectors urbans vulnerables a les inundacions i esllavissades

El desenvolupament d'aquest model ha de transcendir el context local i alinear-se amb les agendes globals de desenvolupament sostenible i adaptació climàtica. En un context marcat per la celebració recent de la COP30 a Belém, l'experiència de Manaus pot oferir lliçons valuoses sobre com les ciutats amazòniques poden liderar processos de transformació urbana que prioritzin la justícia climàtica, la permanència territorial i les solucions basades en la natura.

Aquest article analitza formes de mitigar els impactes dels fenòmens climàtics extrems a les ciutats amazòniques, amb Manaus com a estudi de cas. Examina com el PMRR pot integrar solucions basades en la natura, la governança participativa i tecnologies de monitoratge per fer front a les vulnerabilitats socioambientals i a la marcada estacionalitat climàtica de la regió. Argumentem que els models adaptatius locals poden generar alternatives reproduïbles per a un urbanisme resilient a l'Amazònia.

La geografia del risc a Manaus

La cartografia detallada elaborada pel Servei Geològic del Brasil l'any 2025[1] va identificar 438 sectors de risc de catàstrofes distribuïdes a l'espai urbà de Manaus (vegeu la figura 1), que afecten directament 28.000 habitatges i 112.104 habitants. Aquesta geografia del risc no és aleatòria, sinó que reflecteix patrons històrics d'ocupació urbana

El grau de perillositat és alarmant a la ciutat de Manaus, on el 82 % dels sectors estan classificats com a alt risc (grau R3). Entre els sectors més prioritaris destaquen els que se situen als barris Jorge Teixeira, Cidade Nova, Gilberto Mestrinho i Mauzinho, a causa de l'elevada exposició al risc de la població resident. La zona d'inundació delimitada durant la crescuda històrica del Rio Negro l'any 2021 va afectar 12,8 km² i 3.915 famílies. Aquestes xifres demostren que els riscos hidrològics, tot i ser menys freqüents en alguns sectors, tenen un impacte territorial important i poden afectar simultàniament milers de persones.

Solucions basades en la natura com a paradigma

Les solucions basades en la natura (SBN) es perfilen com un paradigma transformador per a la gestió dels riscos urbans. A diferència de les intervencions convencionals d'infraestructura grisa (obres geotècniques), les SBN aprofiten els processos ecosistèmics per mitigar els riscos, alhora que generen beneficis ambientals, socials i econòmics compartits. Aquest enfocament és especialment rellevant en contextos amazònics, on la biodiversitat i els serveis ecosistèmics constitueixen actius estratègics per a la resiliència urbana.

El PMRR de Manaus proposa un conjunt integrat d'intervencions verdes adaptades a les condicions geomorfològiques i climàtiques locals. Per a la mitigació de les inundacions, es recomana la preservació de zones humides 'wetlands' naturals amb baixa urbanització, així com la recuperació de zones humides en espais construïts, i jardins de pluja que puguin funcionar com a esponges urbanes que absorbeixin l'excés d'aigües pluvials. Aquestes estructures redueixen l'escolament superficial i milloren la qualitat de l'aigua mitjançant processos naturals de filtració i eliminació de contaminants. La revegetació de talussos amb espècies natives d'arrels profundes ofereix una estabilització natural del sòl, i redueix la probabilitat d'esllavissades mentre crea corredors ecològics urbans.



Port de Manaus. En aquell moment, el Rio Negro es trobava uns 11 metres per sota del nivell habitual. Fotografia: Adelino Meireles

La proposta de parcs lineals al llarg dels igarapés representa una oportunitat perquè la població urbana pugui utilitzar els espais públics. Aquests espais multifuncionals combinen la protecció davant els riscos hidrològics amb àrees de lleure, recreació i conservació de la biodiversitat. El concepte d'infraestructura verd-blava integra sistemes de drenatge sostenible amb la recuperació de marges degradats, i crea una xarxa interconnectada que incrementa la permeabilitat urbana i redueix les illes de calor. La implementació d'aquest tipus de sistema pot reduir la temperatura i disminuir els pics de cabal durant episodis extrems de precipitació.

La instal·lació de cobertes verdes i sistemes de pavimentació permeable en àrees densament edificades reforça les estratègies de mitigació de la calor urbana. Quan aquestes tecnologies s'apliquen a escala comunitària, afavoreixen la reducció de l'escolament superficial i la demanda energètica associada a la climatització, a la vegada que contribueix a l'adaptació i a la mitigació climàtica. El PMRR planteja la implantació de biovaletas (drenatge sostenible) al llarg de les principals vies, i integrar la mobilitat urbana amb una gestió hídrica sostenible.

Entre els mesos de gener i abril, quan les pluges poden superar els 400 mm mensuals, és quan es registra el nombre més elevat d'incidències, evidenciant la influència de l'estacionalitat climàtica en el desencadenament de catàstrofes

El balanç cost-benefici de les intervencions basades en la natura tendeix a oferir grans avantatges econòmics en comparació amb les solucions convencionals. Mentre que les obres tradicionals de contenció de l'erosió a Manaus requereixen inversions mitjanes de 2 milions de reals per sector de risc, [1] les SBN poden implementar-se amb costos d'inversió i manteniment més baixos al llarg del temps, a més d'aportar revalorització immobiliària, millores en la salut pública i conservació de la biodiversitat urbana. La suma d'aquests costos seria aproximadament l'equivalent a uns 330.000 €.

Governança integrada i permanència territorial

El PMRR de Manaus es basa en un model de gestió participativa que desafia els paradigmes tradicionals de planificació urbana vertical. El Comitè Directiu Municipal de Reducció de Riscos és una estructura concebuda amb caràcter permanent que busca transcendir la temporalitat de les administracions polítiques i garantir la continuïtat de les accions de reducció de riscos.

En el PMRR es defensa que els desplaçaments d'habitants només han de ser l'última alternativa, un cop esgotades totes les possibilitats d'intervencions estructurals i no estructurals que permetin la permanència segura de les famílies. Aquest enfocament reconeix que els vincles territorials, les xarxes de suport comunitari i les economies locals constitueixen dimensions fonamentals de la resiliència social que s'han de tenir en compte en els processos de reducció de riscos.

La percepció comunitària dels riscos va revelar un coneixement empíric consolidat sobre les dinàmiques locals de perill. Les propostes dels residents, classificades en un 46,3 % d'intervencions estructurals, un 13,4 % de no estructurals i un 40,3 % de mixtes, evidencien una comprensió sofisticada de la necessitat d'enfocaments integrats. Aquesta convergència entre coneixements tècnics i comunitaris reforça la legitimitat social de les intervencions i incrementa significativament les probabilitats d'una aplicació reeixida.

El PMRR de Manaus es basa en un model de gestió participativa que desafia els paradigmes tradicionals de planificació urbana vertical

El model de governança proposat pretén articular diferents escales d'acció, des dels Nuclis Comunitaris de Protecció i Defensa Civil (NUPDEC) fins als organismes metropolitans de planificació. Aquesta arquitectura institucional d'escala múltiple permet donar respostes ràpides a emergències localitzades, alhora que manté la coherència estratègica en les polítiques a llarg termini. La integració amb el Pla director municipal, el Pla de contingència de Protecció Civil i el Pla d'acció climàtica de Manaus que s'està desenvolupant garanteix que la gestió dels riscos s'incorpori de manera transversal a les polítiques urbanes, per evitar la fragmentació i la duplicació d'esforços.

Tecnologia i monitoratge per a la resiliència

La integració de tecnologies avançades amb el coneixement comunitari estableix un nou paradigma per al monitoratge i la gestió de riscos a les ciutats amazòniques. El PMRR de Manaus va utilitzar aeronaus pilotades a distància (drons) per establir la cartografia de precisió, generant ortomosaics i models digitals de superfície amb una resolució espacial de tres centímetres, cosa que va permetre la identificació detallada d'edificacions en risc i la caracterització geomorfomètrica. Aquesta precisió cartogràfica, inèdita als estudis de risc fets a l'Amazònia, permet un plantejament acurat de les intervencions i una optimització més eficient dels recursos públics.

El sistema de monitoratge proposat integra tres capes complementàries d'informació. La primera consisteix en estacions meteorològiques automàtiques distribuïdes de manera estratègica als sectors de més risc, que proporcionen dades en temps real sobre precipitació, intensitat i direcció del vent, així com variacions de temperatura. La segona capa proposa instal·lar sensors de nivell en canals de drenatge crítics, fet que permetria anticipar-se a inundacions amb diverses hores d'antelació. La tercera capa permet que els residents informin de situacions de risc emergent, de manera que converteix la ciutadania en sensors actius del sistema de monitoratge.

Els NUPDEC representen un procés de mobilització social rellevant en la gestió comunitària dels riscos. Aquests nuclis, integrats per residents formats en primers auxilis, evacuació d'emergència i comunicació del risc, actuen com a primera línia de resposta davant de catàstrofes. La formació impartida per la Protecció Civil Municipal capacita les comunitats per gestionar de manera autònoma els riscos quotidians.

El programa «Protecció civil a les escoles» integra l'educació ambiental amb la preparació davant de desastres, amb el potencial d'arribar a centenars d'estudiants exposats directament a situacions de risc. El pla d'estudis, adaptat a les realitats locals, pot abordar des de conceptes bàsics de meteorologia fins a protocols d'evacuació específics per a cada comunitat. Aquesta estratègia educativa a llarg termini té com a objectiu crear una cultura de la prevenció que transcendeixi generacions i transformi percepcions fatalistes sobre els desastres en una comprensió tècnica de la gestió dels riscos.

Lliçons per a les ciutats amazòniques

Manaus va utilitzar drons per establir la cartografia de precisió, i va generar ortomosaics i models digitals de superfície amb precisió cartogràfica, permetent identificar en detall edificacions en risc i la caracterització geomorfomètrica

L'experiència de Manaus proporciona aprenentatges valuosos per a altres ciutats

amazòniques que afronten reptes similars de gestió de riscos en contextos de ràpida urbanització i canvi climàtic. L'adaptació metodològica a les especificitats regionals es perfila com un factor crític d'èxit. A diferència dels models importats d'altres regions, el PMRR ha desenvolupat protocols específics de cartografia d'erosions (barrancs), un procés geomorfològic característic dels sòls amazònics [1] així com sistemes d'alerta adaptats al règim pluviomètric regional.

La participació comunitària activa va més enllà de les consultes formals i esdevé un element estructural de totes les fases de la planificació. L'experiència demostra que les comunitats amazòniques tenen un coneixement tradicional sofisticat sobre les dinàmiques ambientals locals, incloent-hi indicadors naturals del canvi climàtic i estratègies d'adaptació desenvolupades al llarg de generacions. La sistematització i integració d'aquest coneixement amb dades tecnicocientífiques incrementa significativament l'exactitud de la cartografia de riscos i l'efectivitat de les intervencions.

La coordinació amb les polítiques climàtiques municipals és essencial per a la sostenibilitat a llarg termini de les accions de reducció de riscos. L'alineació amb els plans directors municipals evita que l'expansió urbana futura reproduïxi patrons d'ocupació que generin nous riscos, mentre que la connexió amb els plans d'acció climàtica permet accedir a finançament internacional per a l'aplicació de solucions basades en la natura.

La cooperació entre municipis, a través de xarxes de gestors públics, afavoreix l'intercanvi d'experiències i d'economies d'escala en l'adquisició de tecnologies de monitoratge. El desenvolupament de protocols estandarditzats per a la cartografia de riscos a l'Amazònia, liderat pel Servei Geològic del Brasil amb la participació dels municipis, crea una base comparativa que facilita la priorització d'inversions regionals i la defensa conjunta de polítiques públiques específiques per a les ciutats amazòniques.

Consideracions finals

L'elaboració del primer Pla municipal de reducció de riscos de Manaus ha establert un nou paradigma d'urbanisme resilient a les ciutats amazòniques, que demostra que és possible conciliar el desenvolupament urbà amb la conservació ambiental i la justícia social. Les innovacions metodològiques introduïdes —especialment la integració de coneixements tecnicocientífics amb els sabers comunitaris i la priorització de solucions basades en la natura— ofereixen un model reproduïble que respecta les particularitats regionals alhora que convergeix amb les agendes globals de sostenibilitat.

La transició cap a economies urbanes sostenibles, amb les comunitats en el procés, combinada amb la implementació sistemàtica de solucions basades en la natura, pot fer que les ciutats amazòniques deixin de ser focus de risc i es converteixin en referents globals de resiliència urbana

Els reptes principals per aplicar-lo inclouen les limitacions pressupostàries municipals, la necessitat de formació tècnica continuada i les resistències institucionals als models participatius de governança. La inversió estimada de 133 milions de reals (aproximadament 22 milions d'euros) per a les intervencions prioritàries representa un repte fiscal significatiu, que requereix una articulació innovadora de fonts de finançament que incloguin recursos federals, cooperació internacional i associacions publicoprivades. L'escassetat de professionals especialitzats en la gestió de riscos amb coneixements específics de la dinàmica geomorfològica de l'Amazònia exigeix programes urgents de formació i capacitat, preferentment mitjançant aliances amb universitats regionals.

Les perspectives futures, especialment en el context posterior a la COP30, situen les ciutats amazòniques com espais d'experimentació i innovació per a l'adaptació climàtica en contextos d'alta sociobiodiversitat i vulnerabilitat social. La transició cap a economies urbanes sostenibles, combinada amb la implementació sistemàtica de solucions basades en la natura, pot fer que les ciutats amazòniques deixin de ser focus de risc i es converteixin en referents globals de resiliència urbana.

El paper central de les comunitats en aquest procés, no com a beneficiàries passives, sinó com a protagonistes de la transformació urbana, redefineix els conceptes tradicionals de la planificació i estableix les bases d'un urbanisme genuïnament participatiu i inclusiu.

L'experiència de Manaus posa de manifest que la resiliència urbana a l'Amazònia no es pot assolir mitjançant solucions estandarditzades o importades, sinó que requereix el desenvolupament d'enfocaments específics que reconguin la complexitat socioambiental regional. El PMRR destaca com un instrument tècnic de gestió de riscos amb la capacitat d'ampliar la visió sobre la producció de l'espai urbà amazònic, que valora el seu patrimoni ambiental únic, alhora que construeix un futur segur, sostenible i just per a tothom. Aquesta visió, si s'amplifica i es reproduïx, pot posicionar l'Amazònia no com una perifèria vulnerable, sinó com l'avantguarda d'un urbanisme adaptat als reptes de l'antropocè als tròpics.

- 1 — IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022 – Panorama. [Disponible en línia](#)
- 2 — UNISDR (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Sendai, Japó: Third UN World Conference.
- 3 — Mendonça, m. b. de; gregorio, l. t. d.; alfradique, c. de o. s (2023). «Diagnóstico e discussão sobre Planos Municipais de Redução de Riscos no Brasil». *Ambiente & Sociedade*, núm. 26.
- 4 — Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) (2025). *Mapeamentos geológico-geotécnicos voltados para a prevenção de desastres: cartografia de risco geológico – atualização de mapeamento*. Manaus-AM. Brasília: Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial.
- 5 — Molinari, D. C. (2023). «Vulnerabilidade ambiental em áreas de risco a voçorocamento em Manaus (AM)». [Tesi doctoral, Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geografia]. Manaus: UFAM.

- 6 — Brasil; Prefeitura Municipal de Manaus; Universidade Federal do Amazonas (2025). *Plano Municipal de Redução de Riscos de Manaus (PMRR): Produto 4 – Resumo Executivo*. Manaus: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Periferias, Departamento de Mitigação e Prevenção de Riscos.
- 7 — Vieira, A. F. S. G.; Frota Filho, A. B. (2023). «Uma síntese dos estudos sobre voçorocas na Amazônia brasileira». A: *Erosão em áreas tropicais*. Rio de Janeiro: Interciência, p. 45-74.

Rogério Ribeiro Marinho

Rogério Ribeiro Marinho és professor investigador del Departament de Geografia de la Universitat Federal de l'Amazones (UFAM), a Manaus, Brasil. Va coordinar l'elaboració del primer Pla municipal de reducció de riscos (PMRR) de Manaus, desenvolupat entre el 2024 i el 2025. Actualment, dirigeix el Laboratori d'Hidrogeografia, Climatologia i Anàlisi Ambiental de l'Amazònia (HIDROGEO), on també assessora estudiants de màster i doctorat en qüestions relacionades amb la geotecnologia, la geografia física de l'Amazònia i la reducció del risc de catàstrofes. Ha publicat desenes d'articles en revistes acadèmiques d'àmbit nacional i internacional.