

ARTÍCULO

Gobernanza de la comunicación de emergencia en ciudades inteligentes: una arquitectura teórica para municipios resilientes

Governança da comunicação de emergência em cidades inteligentes: uma arquitetura teórica para municípios resilientes

Emergency communication governance in smart cities: a theoretical architecture for resilient municipalities

Moisés Figueiredo da Silva¹

¹ Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, SP, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3012-3402>

ENVIADO	ACEPTADO	PUBLICADO	DOI
17/05/2024	11/10/2024	06/12/2024	en proceso

RESUMEN

La comunicación de emergencia depende de la infraestructura tecnológica, la coordinación institucional, la confianza pública, la accesibilidad y la capacidad de alcanzar a grupos sociales heterogéneos. Este artículo propone una arquitectura teórica para la gobernanza de la comunicación de emergencia en ciudades inteligentes. El estudio adopta un enfoque teórico-integrativo que combina la gobernanza multinivel, la teoría de la comunicación de crisis y de riesgo, los modelos conductuales de respuesta a las alertas, los sistemas de alerta temprana, las telecomunicaciones resilientes, la inclusión comunicativa, la participación comunitaria y el aprendizaje institucional. El análisis identifica seis dimensiones interdependientes: autoridad institucional claramente definida, interoperabilidad operativa y tecnológica, redundancia entre canales digitales y analógicos, mensajes accesibles y accionables, coproducción

comunitaria de la resiliencia y auditoría posterior al evento. Se argumenta que los municipios tecnológicamente avanzados pueden seguir siendo vulnerables cuando dependen de un único canal, operan con responsabilidades fragmentadas o no logran alcanzar a las poblaciones expuestas. El artículo también analiza las vulnerabilidades sociotécnicas asociadas al tecnocentrismo, la dependencia de proveedores, el sesgo algorítmico, la desinformación y la sostenibilidad administrativa de los sistemas municipales. La resiliencia comunicacional se entiende, por lo tanto, como una capacidad sociotécnica de mantener información confiable, comprensible y útil antes, durante y después de las crisis, la cual debe tratarse como una política pública permanente y no como una respuesta episódica a eventos extremos.

Palabras clave: comunicación de emergencia; ciudades inteligentes; gobernanza; defensa civil; resiliencia urbana

ABSTRACT

Emergency communication depends on technological infrastructure, institutional coordination, public trust, accessibility, and the capacity to reach heterogeneous social groups. This article proposes a theoretical architecture for emergency communication governance in smart cities. The study adopts a theoretical-integrative approach combining multilevel governance, crisis and risk communication theory, behavioral models of warning response, early warning systems, resilient telecommunications, communication inclusion, community participation, and institutional learning. The analysis identifies six interdependent dimensions: clearly defined institutional authority, operational and technological interoperability, redundancy between digital and analog channels, accessible and actionable messages, community co-production of resilience, and post-event auditing. It argues that technologically advanced municipalities may remain vulnerable when they depend on a single channel, operate with fragmented responsibilities, or fail to reach exposed populations. The article also discusses sociotechnical vulnerabilities associated with technocentrism, vendor dependency, algorithmic bias, misinformation, and the administrative sustainability of municipal systems. Communication resilience is therefore understood as a sociotechnical capacity to maintain reliable, understandable, and useful information before, during, and after crises, one that should be treated as a permanent public policy rather than an episodic response to extreme events.

Keywords: emergency communication; smart cities; governance; civil defense; urban resilience

INTRODUCCIÓN

La intensificación de eventos climáticos extremos, desastres socioambientales, crisis sanitarias y fallas en infraestructuras críticas ha colocado a los gobiernos locales en situaciones donde el tiempo disponible para decidir es corto y la incertidumbre sigue siendo alta. En áreas urbanas densamente ocupadas, un mensaje emitido con retraso, redactado de forma ambigua o distribuido con alcance limitado puede comprometer rutas de evacuación, aumentar la exposición de grupos vulnerables y dificultar el trabajo de los equipos de respuesta. La comunicación de emergencia no es, por lo tanto, una actividad accesoria de la defensa civil. Forma parte del núcleo mismo de la capacidad del Estado para proteger vidas, coordinar recursos y preservar la confianza pública en contextos de alta incertidumbre.

El avance de las ciudades inteligentes ha ampliado las herramientas disponibles para el monitoreo y la difusión de alertas. Sensores ambientales, sistemas georreferenciados, plataformas integradas, redes móviles y el análisis de datos a gran escala permiten identificar amenazas y distribuir información con una velocidad sin precedentes en décadas anteriores. Sin embargo, la existencia de infraestructura digital no elimina los problemas de gobernanza. Los sistemas pueden permanecer desconectados entre sí, los organismos pueden disputar la autoridad sobre el contenido de los mensajes y una parte significativa de la población puede no llegar a recibir o comprender la alerta. La tecnología mejora la comunicación solo cuando está incorporada en arreglos institucionales capaces de definir responsabilidades, validar información y sostener canales alternativos durante las fallas.

El problema de investigación surge de este desajuste entre la sofisticación tecnológica y la capacidad institucional. Los municipios que invierten en centros de control y aplicaciones pueden seguir siendo vulnerables si carecen de protocolos comunes entre defensa civil, salud, movilidad, seguridad pública, comunicaciones y prestadores de servicios públicos. La fragmentación produce mensajes contradictorios, retrasos, esfuerzos duplicados y pérdida de credibilidad institucional. En situaciones de riesgo, la confianza funciona como un recurso operativo: las orientaciones oficiales tienden a ser menos eficaces cuando la población no reconoce a la autoridad emisora o percibe incoherencia entre las fuentes públicas, un fenómeno ya

documentado en la literatura sobre respuesta conductual a las alertas (Lindell & Perry, 2012; Mileti & Sorensen, 1990).

La investigación se justifica por tres razones. Primero, la literatura brasileña sobre ciudades inteligentes todavía trata la comunicación de riesgo como un apéndice técnico, cuando debería tratarse como un subsistema de gobernanza con lógica propia. Segundo, la literatura internacional sobre gestión de emergencias ofrece conceptos maduros sobre coordinación, alerta y comportamiento de respuesta, pero rara vez se conecta con los debates sobre infraestructura urbana inteligente, produciendo una brecha entre campos que deberían dialogar. Tercero, acontecimientos recientes en Brasil y en otros países, incluidas inundaciones urbanas, deslizamientos de tierra, olas de calor y fallas de telecomunicaciones durante desastres, han demostrado que la ausencia de una arquitectura de gobernanza compromete los resultados incluso cuando la tecnología disponible es adecuada.

La pregunta que orienta este artículo es la siguiente: ¿cómo puede estructurarse una arquitectura de gobernanza para la comunicación de emergencia que integre recursos tecnológicos, coordinación institucional, inclusión y participación comunitaria en municipios inteligentes? El objetivo general es proponer un modelo teórico capaz de orientar el diagnóstico, la planificación y la evaluación de los sistemas municipales de comunicación de riesgo y crisis. Como objetivos específicos, el artículo busca: (a) sistematizar los principales aportes teóricos sobre gobernanza multinivel, comunicación de crisis y sistemas de alerta temprana aplicables al contexto municipal; (b) identificar las dimensiones constitutivas de una arquitectura de gobernanza de la comunicación; y (c) analizar las vulnerabilidades sociotécnicas que socavan la eficacia de estas arquitecturas incluso en contextos de alta capacidad tecnológica.

La contribución del artículo consiste en tratar la resiliencia comunicacional como una capacidad sociotécnica, evitando tanto el reduccionismo tecnológico, que supone que más datos y más plataformas resuelven el problema, como una lectura estrictamente administrativa, que reduce la comunicación de emergencia a un organigrama de competencias. El argumento central sostiene que la comunicación resiliente resulta de la articulación entre autoridad, interoperabilidad, redundancia, calidad del mensaje, alcance social y aprendizaje organizacional. Estas dimensiones no operan de forma independiente. Un mensaje técnicamente correcto puede fracasar sin un canal de alcance adecuado; una red redundante puede difundir orientaciones incoherentes cuando no existe un mando definido; y la participación comunitaria pierde eficacia cuando no está vinculada a los

protocolos oficiales. La arquitectura propuesta en este texto busca hacer explícitas estas interdependencias y ofrecer a investigadores y gestores públicos un vocabulario compartido para analizar y diseñar sistemas municipales de comunicación de emergencia.

El artículo se organiza en siete secciones, además de esta introducción. La segunda sección presenta el marco teórico, articulando la gobernanza multinivel, las ciudades inteligentes y la resiliencia urbana, las teorías de comunicación de crisis y de riesgo, los modelos conductuales de respuesta a las alertas y los sistemas de alerta temprana. La tercera sección describe el recorrido metodológico de la revisión integrativa. La cuarta sección detalla las seis dimensiones de la arquitectura propuesta. La quinta sección analiza las vulnerabilidades sociotécnicas y los límites del tecnocentrismo. La sexta sección aborda la aplicación municipal y los indicadores de madurez. La séptima sección presenta las consideraciones finales.

MARCO TEÓRICO

La construcción del modelo se apoya en cinco campos: la gobernanza multinivel, las ciudades inteligentes y la resiliencia urbana, las teorías de comunicación de crisis y de riesgo, los modelos conductuales de respuesta a las alertas, y los sistemas de alerta temprana y las telecomunicaciones de emergencia. Este enfoque es necesario porque las crisis urbanas atraviesan fronteras administrativas, técnicas y disciplinarias. El riesgo es detectado por determinados sistemas, interpretado por equipos especializados, transformado en decisiones por las autoridades y comunicado a personas que cuentan con recursos, conocimientos y condiciones de movilidad diferentes. El desempeño final depende de toda la cadena, no de un solo componente aislado, lo que exige un marco capaz de conectar la administración pública, la ciencia política, los estudios urbanos, la gestión de desastres y la comunicación organizacional.

Gobernanza multinivel y coordinación institucional en desastres

La gestión de emergencias rara vez puede ser llevada a cabo por una sola organización. Los gobiernos federal, estatal y municipal, los servicios de salud, las fuerzas de seguridad, los cuerpos de bomberos, los proveedores de energía y telecomunicaciones, las organizaciones comunitarias y los medios de comunicación participan en distintas etapas del ciclo de gestión del riesgo. La gobernanza multinivel describe arreglos en los que las competencias y los recursos se distribuyen entre niveles y actores interdependientes, con la autoridad dispersa entre esferas jurisdiccionales

que se superponen (Hooghe & Marks, 2003; Piattoni, 2009). En los desastres, esta interdependencia se vuelve especialmente visible, porque las decisiones locales frecuentemente dependen de datos producidos en el ámbito estatal o federal, de infraestructura operada por empresas privadas y de apoyo logístico externo al municipio.

La coordinación horizontal es igualmente importante y, en muchos casos, más difícil de lograr que la coordinación vertical. Los departamentos municipales suelen operar con sistemas, terminología y rutinas propias, desarrollados a lo largo de décadas de funcionamiento sectorial. Sin protocolos compartidos, la información circula con lentitud o pierde precisión al cruzar las fronteras organizacionales. La literatura sobre gobernanza colaborativa ofrece elementos para comprender la construcción de foros interinstitucionales, reglas de participación, confianza y compromiso entre actores con un historial de desconfianza mutua o de competencia por recursos (Ansell & Gash, 2008). En la comunicación de emergencia, estos elementos deben definirse antes de la crisis, mientras todavía hay tiempo para negociar responsabilidades, probar los flujos de información y resolver incompatibilidades técnicas y políticas.

La literatura sobre liderazgo en crisis refuerza este punto al describir la gestión de crisis como un proceso de construcción colectiva de sentido bajo presión de tiempo, en el que los líderes deben simultáneamente comprender el evento, coordinar la respuesta y comunicar significado a públicos internos y externos (Boin & 't Hart, 2003; Boin et al., 2005). Comfort (2007) describe este desafío como un problema de cognición, comunicación, coordinación y control: los sistemas de respuesta a desastres fallan no solo por falta de recursos, sino por la incapacidad de procesar y compartir información relevante al ritmo que exige el evento. Weick (1988) ya había observado que las situaciones de crisis se caracterizan por una baja capacidad de interrumpir la acción para deliberar, lo que exige estructuras organizacionales capaces de actuar y aprender simultáneamente, y no de forma secuencial.

La claridad de mando no implica concentrar todas las decisiones en un único órgano. Determinadas amenazas requieren conocimiento distribuido entre unidades territoriales y respuestas descentralizadas, especialmente en ciudades grandes y heterogéneas. El punto decisivo es definir quién valida la alerta, quién autoriza su emisión, qué organismos complementan el mensaje con información especializada y cómo se resuelven los desacuerdos entre interpretaciones técnicas. La ausencia de tales reglas favorece tanto el silencio institucional, cuando ningún organismo se siente autorizado a

actuar, como la proliferación de mensajes en competencia, cuando varios organismos actúan sin coordinación. La arquitectura de gobernanza aquí propuesta debe, por lo tanto, combinar autoridad técnica, legitimidad política y capacidad operativa, apoyándose en la distinción clásica entre valor público, legitimidad y capacidad administrativa presente en la literatura de administración pública (Bozeman, 2007).

Ciudades inteligentes y resiliencia urbana sociotécnica

El concepto de ciudad inteligente se asoció inicialmente a la digitalización de servicios, la conectividad ampliada y el uso intensivo de datos urbanos. Estudios posteriores mostraron que la infraestructura tecnológica por sí sola no define la inteligencia urbana; las capacidades institucionales, la participación ciudadana y la sostenibilidad ambiental son también elementos constitutivos del concepto, y no meramente complementarios (Caragliu et al., 2011; Albino et al., 2015). La crítica al tecnocentrismo resulta especialmente relevante para la gestión de emergencias, ya que los sistemas sofisticados pueden fallar precisamente cuando la infraestructura se somete a condiciones extremas, como picos de demanda en las redes móviles durante evacuaciones masivas o cortes de energía en los centros de datos.

Autores como Kitchin (2014) advierten que la promesa de las ciudades basadas en datos suele ignorar las condiciones sociales y organizacionales necesarias para transformar los datos en decisiones útiles. Morozov (2013) describe como "solucionismo tecnológico" la tendencia a tratar problemas complejos de naturaleza social e institucional como si pudieran resolverse mediante aplicaciones o plataformas aisladas. Esta crítica no niega el valor de la tecnología, pero indica que su beneficio depende de la mediación institucional: un sensor que detecta una inundación no produce, por sí mismo, una decisión de evacuación, ni garantiza que la información llegue a quienes la necesitan.

La resiliencia urbana corresponde a la capacidad de un sistema urbano de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de perturbaciones mientras preserva sus funciones esenciales (Meerow et al., 2016). Esta definición abarca tanto sistemas físicos como sociales. Las redes eléctricas, las telecomunicaciones y el transporte son componentes de la resiliencia tan importantes como la confianza institucional, el conocimiento local, la coordinación interorganizacional y la solidaridad comunitaria. Coaffee (2013) describe la resiliencia urbana como un objetivo de planificación que combina infraestructura física, gobernanza y capacidad social de adaptación, argumentando que las ciudades resilientes no son simplemente

ciudades bien equipadas, sino ciudades capaces de aprender de las perturbaciones recurrentes.

La comunicación conecta estas dimensiones de manera particular: informa sobre la amenaza, orienta el comportamiento individual y colectivo, organiza los recursos de respuesta y permite que las instituciones actualicen su comprensión del evento a medida que se desarrolla. La noción de resiliencia comunicacional, tal como se emplea en este artículo, designa la capacidad de mantener flujos de información confiables durante cambios súbitos, interrupciones de infraestructura y condiciones de incertidumbre acentuada. Esto no es simplemente la continuidad técnica de un sistema. Una red puede permanecer técnicamente activa y aun así producir mensajes incomprensibles, contradictorios o inadecuados al contexto local. La resiliencia comunicacional debe, por lo tanto, evaluarse según criterios de disponibilidad, integridad, alcance, accesibilidad, coherencia entre fuentes y utilidad práctica de la información para quienes la reciben.

Teorías de comunicación de crisis y de riesgo

Un segundo pilar teórico, ausente en la versión inicial de este trabajo e incorporado aquí por ser central para el problema investigado, es el campo de la comunicación de crisis y de riesgo, desarrollado principalmente en las últimas tres décadas en los estudios de comunicación organizacional y salud pública. El modelo de Comunicación de Crisis y Riesgo de Emergencia, conocido por la sigla CERC, propone que la comunicación eficaz en situaciones de crisis sigue etapas reconocibles, desde la fase previa al evento hasta la resolución, cada una con objetivos comunicativos distintos, como reducir la incertidumbre inicial, orientar acciones de protección inmediata y, posteriormente, rendir cuentas de las decisiones y restaurar la confianza pública (Reynolds & Seeger, 2005). Este modelo refuerza un punto ya central en la arquitectura propuesta en este artículo: la comunicación de emergencia no es un evento único, sino un proceso continuo que comienza antes de la crisis, con la construcción de credibilidad institucional, y continúa después de ella, con la rendición de cuentas.

La Teoría Situacional de la Comunicación de Crisis, desarrollada por Coombs (2007) en el campo de la gestión de la reputación organizacional, ofrece otra contribución relevante al proponer que la estrategia de respuesta comunicativa debe ser proporcional al nivel de responsabilidad que el público atribuye a la organización emisora y a su historial de crisis anteriores. Aunque formulada originalmente para el contexto corporativo, esta teoría ayuda a explicar por qué los municipios con antecedentes de

mala comunicación en emergencias anteriores enfrentan mayor resistencia pública incluso cuando emiten alertas técnicamente correctas: la credibilidad acumulada, o su ausencia, condiciona cómo se recibe un mensaje incluso antes de que se evalúe su contenido.

Deetz (2001) llama la atención sobre la dimensión relacional de la comunicación organizacional, al argumentar que la comunicación entre instituciones y públicos no debe entenderse simplemente como transmisión de información, sino como un proceso de construcción de significado compartido, en el que el cómo se comunica importa tanto como el qué se comunica para determinar la legitimidad de la institución ante sus interlocutores. Esta perspectiva es relevante para la comunicación de emergencia porque desplaza la atención de la simple emisión de alertas hacia la calidad de la relación construida a lo largo del tiempo entre el gobierno y la ciudadanía.

Modelos conductuales de respuesta a las alertas

Un tercer pilar incorporado en esta versión ampliada se refiere a la pregunta de qué lleva a las personas a actuar, o a no actuar, ante una alerta oficial. El Modelo de Decisión de Acción Protectora, formulado por Lindell y Perry (2012) a partir de décadas de investigación empírica sobre el comportamiento en desastres, describe el proceso mediante el cual los individuos reciben, interpretan y deciden si responden o no a la información de riesgo. El modelo identifica variables como la percepción de la amenaza, la confianza en la fuente, las normas sociales del grupo de referencia del individuo y los recursos disponibles para actuar, como el transporte propio o una red de apoyo, como determinantes centrales de la respuesta conductual. La implicación práctica es directa: emitir una alerta técnicamente correcta no garantiza una respuesta adecuada, porque la decisión de actuar depende de factores que van más allá del contenido textual del mensaje.

Perry y Lindell (2003) sintetizan hallazgos previos de la investigación sociológica sobre desastres, mostrando que la mayor parte de la población no responde a una primera alerta con acción inmediata, sino que busca confirmación en múltiples fuentes antes de actuar, un comportamiento conocido como *milling*. Este hallazgo tiene una consecuencia directa para el diseño de los sistemas municipales: si las personas tienden a verificar una alerta antes de actuar, la arquitectura de comunicación necesita ofrecer múltiples canales coherentes entre sí, de modo que la confirmación sea rápida y no introduzca contradicción. Quarantelli (1988) y Drabek (1986), en sus revisiones clásicas de la investigación sociológica sobre desastres, ya

habían mostrado que los mitos populares sobre el pánico generalizado en emergencias carecen, por lo general, de fundamento; el comportamiento predominante es la búsqueda racional de información y la ayuda mutua entre vecinos, lo que refuerza la relevancia de la dimensión comunitaria que se analiza más adelante en este artículo.

La percepción del riesgo tampoco es uniforme entre los grupos sociales. Wachinger et al. (2013), en una revisión de la llamada paradoja de la percepción del riesgo, muestran que los individuos que han vivido más tiempo en áreas expuestas a amenazas recurrentes pueden desarrollar una subestimación del riesgo, un efecto que la comunicación pública necesita tener en cuenta al evitar mensajes estandarizados que ignoren la experiencia acumulada de la población local. Cutter et al. (2003), por su parte, desarrollaron un índice de vulnerabilidad social a los peligros ambientales que sigue siendo ampliamente utilizado para identificar poblaciones con menor capacidad de respuesta ante desastres, considerando variables como ingreso, edad, composición familiar y acceso a recursos, y que puede orientar el mapeo territorial de las prioridades de comunicación analizado en la sección 4 de este artículo.

Sistemas de alerta temprana y telecomunicaciones de emergencia

Los sistemas de alerta temprana combinan el conocimiento del riesgo, el monitoreo continuo, la difusión de alertas y la capacidad de respuesta tanto de la población como de las instituciones (Basher, 2006). Detectar una amenaza no reduce el daño cuando la alerta no llega a las personas expuestas o no provoca una respuesta adecuada. Esta cadena subraya que la comunicación y la preparación comunitaria son partes constitutivas del sistema de alerta, y no etapas posteriores a él. El municipio necesita conocer las áreas expuestas, los grupos con necesidades específicas, los medios de comunicación efectivamente disponibles para la población local y las barreras que pueden impedir que se siga la orientación emitida.

Documentos internacionales destacados sobre reducción del riesgo de desastres, como el Marco de Hyogo (UNISDR, 2005) y su sucesor, el Marco de Sendai (UNDRR, 2015), destacan explícitamente los sistemas de alerta temprana centrados en las personas como una prioridad de acción para los gobiernos nacionales y locales, reconociendo que la eficacia de una alerta depende tanto de la calidad científica del pronóstico como de la capacidad de las comunidades para comprenderla y actuar en consecuencia. La norma internacional ISO 22320:2018, centrada en la gestión de incidentes, refuerza la necesidad de estructuras de mando, control y coordinación

claramente definidas como condición previa para una respuesta eficaz, en línea con el argumento sobre autoridad institucional desarrollado en la sección 4.1 de este artículo.

Las redes móviles, el cell broadcast, los mensajes georreferenciados, la radio, la televisión, las sirenas y las plataformas digitales pueden formar, en conjunto, un ecosistema de alerta. La elección de los canales debe considerar el tipo de amenaza, el tiempo disponible antes del impacto, las características del territorio y las condiciones de infraestructura local. Las alertas súbitas, como fallas en represas o deslizamientos inesperados, requieren medios de amplio alcance con baja dependencia de una acción previa del usuario, como el cell broadcast, que no requiere registro ni aplicación instalada. Los eventos de desarrollo más lento, como inundaciones graduales u olas de calor prolongadas, permiten una comunicación progresiva, escenarios actualizados y la preparación anticipada de refugios.

La redundancia no significa simplemente multiplicar canales. Los distintos canales deben activarse mediante procedimientos coordinados y transmitir contenidos coherentes entre sí. También deben tener dependencias técnicas distintas. Dos aplicaciones que dependen de la misma infraestructura de red móvil no representan una redundancia efectiva frente a un colapso de las telecomunicaciones. Combinar medios digitales, radiodifusión tradicional, sirenas, radio operativa institucional y redes comunitarias reduce la probabilidad de fallas de modo común, un principio de la ingeniería de confiabilidad aplicado al dominio de la comunicación. Los estudios sobre informática de crisis, un campo que examina el uso de medios digitales durante desastres, muestran que las redes sociales funcionan como un canal complementario valioso, tanto para la difusión oficial como para la recolección de reportes de campo, pero no sustituyen a los canales formales de alerta, especialmente entre poblaciones con menor alfabetización digital (Palen & Anderson, 2016; Sutton et al., 2008).

ENFOQUE METODOLÓGICO

El estudio adopta una revisión teórica integrativa, un método adecuado para construir modelos conceptuales que combinan campos de conocimiento distintos que aún no cuentan con una síntesis consolidada (Torraco, 2016). El procedimiento no buscó producir una estimación cuantitativa de efectos ni probar hipótesis causales, sino identificar conceptos, relaciones y condiciones relevantes para la gobernanza municipal de la comunicación de emergencia. Se examinaron aportes de la administración pública, la ciencia

política, los estudios urbanos, la gestión de desastres, los sistemas de información y la comunicación organizacional, buscando deliberadamente cruzar fronteras disciplinarias que, en la literatura actual, tienden a permanecer aisladas.

El análisis se desarrolló a través de cuatro movimientos sucesivos. El primero consistió en mapear las brechas entre la literatura sobre ciudades inteligentes, predominantemente centrada en infraestructura y datos, y los estudios sobre defensa civil y gestión de desastres, predominantemente centrados en la coordinación institucional y el comportamiento humano. El segundo organizó una matriz conceptual que cruza dimensiones institucionales, tecnológicas y sociales identificadas en ambos campos. El tercero tradujo esta matriz en componentes de una arquitectura de gobernanza, buscando formulaciones aplicables a la realidad de los municipios brasileños de diferentes tamaños. El cuarto examinó las relaciones de dependencia entre los componentes, los riesgos de falla y las posibilidades de aplicación municipal, incluidos los indicadores de madurez analizados en la sección 6.

Se dio prioridad a trabajos seminales y ampliamente citados en sus respectivos campos, complementados con aportes publicados hasta 2024, en consonancia con el período editorial del volumen. La síntesis se apoya tanto en literatura académica consolidada, publicada en revistas como *Journal of Contingencies and Crisis Management*, *Disaster Prevention and Management*, *Public Administration Review* y *Journal of Urban Technology*, como en documentos institucionales internacionales relevantes sobre reducción del riesgo de desastres, producidos por organismos como las Naciones Unidas y la Organización Internacional de Normalización. Al tratarse de una propuesta teórica, la validez del modelo depende de su confrontación posterior con estudios de caso, ejercicios de simulación y datos de eventos reales en municipios brasileños. Esta limitación se reconoce como parte de la agenda de investigación presentada en las consideraciones finales.

ARQUITECTURA TEÓRICA DE LA GOBERNANZA DE LA COMUNICACIÓN DE EMERGENCIA

La arquitectura propuesta parte de una premisa simple, frecuentemente pasada por alto en la práctica municipal: la comunicación de emergencia es un servicio público crítico y debe gobernarse como un sistema. Esto significa definir objetivos, autoridades, flujos de información, recursos, controles, indicadores de desempeño y mecanismos de aprendizaje continuo. La

adquisición de equipos o plataformas representa solo una parte de este sistema, y muchas veces la menos determinante. El desempeño depende de cómo estos recursos se integran en las rutinas administrativas y en las relaciones interorganizacionales construidas a lo largo del tiempo.

Las seis dimensiones que componen el modelo forman una estructura interdependiente, no una lista de verificación de elementos independientes. La autoridad establece legitimidad y capacidad de decisión; la interoperabilidad integra datos y actores dispersos; la redundancia mantiene la continuidad ante fallas; la calidad del mensaje transforma información bruta en orientación útil; la participación amplía el alcance y la adecuación territorial; y el aprendizaje corrige fallas y actualiza el sistema con el tiempo. El modelo puede utilizarse tanto para diagnosticar la madurez institucional como para diseñar políticas públicas y evaluaciones posteriores al evento, según se detalla en la sección 6.

Autoridad institucional claramente definida y claridad de roles

La primera dimensión corresponde a la definición de la autoridad responsable de emitir la alerta y de la coordinación general de la comunicación de emergencia. En muchos municipios brasileños, la defensa civil, la alcaldía, la secretaría de comunicaciones y los organismos sectoriales tienen competencias parcialmente superpuestas, resultado de estructuras administrativas construidas de manera incremental, sin revisión sistemática. Esta falta de definición puede retrasar las alertas o permitir que consideraciones políticas interfieran en decisiones que deberían seguir criterios técnicos. Los protocolos formales deben especificar niveles de alerta, criterios objetivos de activación, funcionarios responsables nombrados y sus sustitutos en cada nivel de la jerarquía.

La autoridad debe ir acompañada de mecanismos claros de validación técnica. Los datos preliminares suelen contener una incertidumbre significativa, y buscar certeza absoluta antes de actuar puede retrasar peligrosamente las medidas preventivas. El protocolo necesita establecer cómo comunicar la incertidumbre al público sin socavar la credibilidad del mensaje, y cómo actualizar las recomendaciones a medida que llega nueva información. También necesita definir quién habla oficialmente en nombre del municipio, cómo participan los especialistas técnicos en la formulación del mensaje, y cómo se incorpora al proceso decisorio local la información producida por organismos estatales o federales, como institutos meteorológicos o agencias de cuencas hidrográficas.

La continuidad del mando requiere escalas de guardia, contactos alternativos y delegación formal de autoridad establecida en normas internas. Las emergencias ocurren con frecuencia fuera del horario administrativo habitual y pueden afectar directamente a los propios agentes responsables de la decisión, ya sea por desplazamiento, indisponibilidad de comunicación o el impacto personal del evento. Los planes que dependen de una sola persona o de una sola autorización son estructuralmente frágiles. La gobernanza debe prever sustitución automática, registro formal de las decisiones tomadas y autoridad proporcional al riesgo enfrentado, de modo que los agentes de guardia no necesiten esperar la autorización de superiores no disponibles frente a una amenaza inminente.

Interoperabilidad operativa y tecnológica

La interoperabilidad es la capacidad de los sistemas y las organizaciones de intercambiar información preservando su significado original. En el plano técnico, involucra formatos de datos, interfaces de programación de aplicaciones, identificadores comunes y protocolos de seguridad. En el plano organizacional, involucra terminología compartida, criterios de clasificación comunes entre organismos y procedimientos claros para el uso de la información recibida. La mera integración tecnológica, sin un acuerdo previo sobre conceptos y criterios, puede simplemente acelerar la circulación de datos mutuamente incompatibles, creando la ilusión de integración sin sus beneficios reales.

Los centros de operaciones municipales necesitan consolidar información procedente de meteorología, movilidad urbana, salud pública, servicios de infraestructura urbana y reportes de campo de los equipos de respuesta. La calidad de esta consolidación depende de la frecuencia de actualización de los datos, la trazabilidad de su origen y procedimientos claros de validación antes de su divulgación pública. Los datos provenientes de sensores automatizados necesitan combinarse con el conocimiento territorial acumulado por los equipos locales y por los residentes de áreas de riesgo, evitando decisiones basadas únicamente en paneles digitales desconectados de las condiciones observadas en el terreno. La interoperabilidad no elimina la necesidad de juicio humano calificado; amplía la base disponible para ese juicio.

Los acuerdos formales con proveedores de energía, agua y telecomunicaciones son esenciales, ya que estas empresas influyen simultáneamente tanto en el nivel de riesgo que enfrenta la población como en la capacidad de respuesta del municipio. Dichos acuerdos deben

establecer el intercambio oportuno de información operativa, niveles mínimos de servicio durante emergencias, contactos institucionales de emergencia disponibles las veinticuatro horas, y criterios claros para la protección de cualquier dato personal compartido. La dependencia de infraestructura privada no puede resultar en opacidad frente a las autoridades públicas responsables de proteger a la población, especialmente en municipios donde la prestación de servicios esenciales está a cargo de empresas con sede fuera del territorio local.

Redundancia entre canales digitales y analógicos

La redundancia estructural presupone la existencia de canales con tecnologías, alcance y vulnerabilidades distintas, de modo que la falla de uno no comprometa el funcionamiento de los demás. Las aplicaciones y las redes sociales son útiles para actualizaciones detalladas y para el compromiso continuo con la población, pero dependen de conectividad estable y de comportamiento activo del usuario, como mantener las notificaciones habilitadas y revisar el contenido recibido. El cell broadcast y los mensajes de texto tienen potencialmente mayor alcance porque no requieren registro previo, aunque también dependen del funcionamiento de la red móvil local. La radio, la televisión, las sirenas, los vehículos con altoparlantes y las redes de comunicación comunitaria pueden operar como alternativas relativamente independientes de estas infraestructuras digitales.

La planificación municipal debe mapear áreas sin cobertura de red, zonas de sombra en terrenos accidentados, comunidades relativamente aisladas e infraestructura crítica cuya falla comprometería varios canales a la vez. Las pruebas periódicas, y no solo simulaciones teóricas de escritorio, permiten verificar el alcance real de cada canal y el tiempo efectivamente necesario para su activación en condiciones cercanas a una emergencia real. Los equipos de respaldo, como generadores para sirenas y estaciones de radio, necesitan mantenimiento regular, fuentes de energía alternativas y personal capacitado para operarlos bajo presión. Es poco probable que una redundancia inexistente en la administración cotidiana pueda improvisarse con éxito durante la crisis misma.

También es necesario evitar la saturación de mensajes descoordinados, un problema tan perjudicial como la ausencia de comunicación. La emisión simultánea a través de múltiples canales debe preservar la identidad visual, una fuente identificable y una instrucción central coherente, evitando que pequeñas variaciones en la redacción entre canales sean interpretadas por el público como una señal de desacuerdo institucional. Las actualizaciones

posteriores necesitan indicar claramente el momento de emisión y exactamente qué cambió respecto al mensaje anterior. Esta coherencia entre medios reduce la propagación de rumores y facilita que los ciudadanos e instituciones asociadas, como escuelas y unidades de salud, verifiquen la información.

Mensajes accesibles, contextualizados y accionables

Un mensaje de emergencia necesita responder a preguntas prácticas y concretas: cuál es exactamente el peligro, dónde ocurre, quién está expuesto, qué debe hacer la persona, cuándo debe actuar y dónde puede obtener actualizaciones confiables. Un lenguaje excesivamente técnico traslada al público la tarea de interpretar el riesgo a partir de términos especializados, lo cual resulta particularmente problemático bajo presión de tiempo. Los mensajes vagos, por otro lado, no ofrecen orientación suficiente para la acción, incluso cuando son técnicamente correctos. La redacción debe equilibrar precisión informativa, brevedad y claridad de orientación, siguiendo principios sistematizados desde hace más de tres décadas en la literatura sobre alertas públicas (Mileti & Sorensen, 1990).

La accionabilidad de un mensaje depende en gran medida del contexto territorial en el que será recibido. Las recomendaciones de evacuación necesitan indicar rutas específicas, puntos de encuentro reconocibles y refugios con direcciones y capacidad conocidas, en lugar de la instrucción genérica de "abandonar el área de riesgo". Las orientaciones de resguardo en el lugar deben explicar claramente cómo reducir la exposición durante el período de espera. Cuando la información aún es incierta, el mensaje puede y debe indicar escenarios posibles y criterios objetivos para futuras actualizaciones, en lugar de esperar a tener certeza completa antes de comunicar algo. Ocultar la incertidumbre existente socava la confianza pública en el momento en que los pronósticos inevitablemente cambian a lo largo del evento.

Las plantillas de mensajes preaprobadas por todos los organismos competentes agilizan considerablemente la emisión en situaciones urgentes, pero no sustituyen la necesidad de adaptación al contexto específico de cada evento. Los bancos de textos estandarizados deben cubrir distintos tipos de amenaza y distintos públicos, incluidas versiones en lenguaje sencillo y versiones accesibles para personas con discapacidades sensoriales o cognitivas. Las pruebas con residentes de perfiles diversos, realizadas fuera de los períodos de crisis, ayudan a identificar ambigüedades en la redacción

que a menudo pasan inadvertidas para especialistas técnicos acostumbrados al vocabulario propio de su campo.

Participación comunitaria y coproducción de la resiliencia

Las comunidades no son meras receptoras pasivas de la comunicación oficial. Los residentes conocen rutas alternativas, puntos recurrentes de inundación, personas con movilidad reducida en su vecindario y redes informales de apoyo mutuo que a menudo no figuran en ningún registro público. La coproducción incorpora este conocimiento local a la planificación y a la respuesta institucional, un concepto originalmente desarrollado por Ostrom (1996) para describir la producción conjunta de bienes públicos entre el Estado y la sociedad civil. Los grupos de protección comunitaria, las asociaciones de vecinos, las escuelas y las unidades básicas de salud pueden ampliar significativamente el alcance y la credibilidad de la comunicación oficial, actuando como puntos intermedios de confianza entre la administración municipal y la población.

La participación debe ocurrir antes de que sucedan los eventos, y no solo como una respuesta improvisada durante la crisis. Las reuniones comunitarias, el mapeo participativo del riesgo y los ejercicios de simulación permiten discutir prioridades locales y poner a prueba, con anticipación, la comprensión de los mensajes por parte de la propia población que los recibirá. La escalera de participación de Arnstein (1969), aunque formulada originalmente para la planificación urbana, sigue siendo útil para distinguir formas superficiales de consulta, que solo informan a la población sobre decisiones ya tomadas, de formas efectivas de asociación, en las que los residentes influyen concretamente en el diseño del sistema de alerta. Los líderes comunitarios pueden apoyar la difusión de información, pero no deben usarse como sustitutos permanentes de una infraestructura pública adecuada. La asociación debe estar formalmente reconocida, sostenida por capacitación continua e integrada a los canales oficiales de comunicación, y no tratarse como un recurso informal y desechable.

La información producida por la propia población también requiere una verificación cuidadosa antes de poder orientar decisiones oficiales. Las plataformas colaborativas de reportes pueden indicar ocurrencias en tiempo real con considerable utilidad operativa, como muestran los estudios sobre el uso de redes sociales en incendios forestales y otros desastres (Sutton et al., 2008), pero los rumores, la información desactualizada y los reportes duplicados son posibilidades constantes que la gobernanza necesita anticipar. Son necesarios mecanismos claros de triaje, confirmación cruzada

y retroalimentación a la comunidad, de modo que fomentar la participación no resulte en una sobrecarga de información para los equipos responsables de analizar estos reportes.

Aprendizaje posterior al evento y auditoría de la comunicación

Toda emergencia revela aspectos que los planes formales elaborados en condiciones de rutina no pueden anticipar. Las auditorías sistemáticas realizadas después de cada evento deben reconstruir las decisiones tomadas, los tiempos de respuesta en cada etapa, los canales efectivamente utilizados, el alcance real del mensaje y el nivel de comprensión alcanzado por la población. El propósito de esta auditoría no es simplemente atribuir responsabilidad por eventuales fallas, sino producir un aprendizaje organizacional genuino, en el sentido desarrollado por Argyris y Schön (1978), quienes distinguen entre correcciones superficiales de procedimiento y cambios más profundos en los supuestos que orientan la acción institucional. Los registros de mensajes emitidos, los logs del sistema, las entrevistas con los equipos involucrados y los datos de respuesta a emergencias ayudan a identificar cuellos de botella que de otro modo pasarían inadvertidos en informes puramente administrativos.

La evaluación necesita incluir sistemáticamente la perspectiva del público receptor, y no solo la perspectiva institucional de quien emitió el mensaje. Saber que un mensaje fue técnicamente enviado no demuestra que haya sido efectivamente recibido, y menos aún correctamente comprendido por el destinatario. Las encuestas de opinión posteriores al evento, las reuniones comunitarias de evaluación y el análisis sistemático de quejas y preguntas recibidas permiten evaluar la eficacia real de la comunicación realizada. Los grupos en situaciones más vulnerables necesitan ser escuchados de manera específica y directa, ya que los promedios generales de satisfacción o comprensión pueden fácilmente ocultar una exclusión significativa de subgrupos de población.

Las recomendaciones producidas por estas auditorías deben incorporarse formalmente a los planes municipales, a los contratos con proveedores, a los programas de capacitación continua y a las partidas presupuestarias, con funcionarios nombrados y plazos definidos para su implementación. Los informes de evaluación sin responsabilidad clara y sin plazos establecidos sistemáticamente tienden a no producir cambios concretos en la práctica institucional. El aprendizaje institucional genuino ocurre cuando la experiencia acumulada efectivamente modifica rutinas, protocolos y criterios

de decisión, y no simplemente cuando queda cuidadosamente documentada en informes que permanecen archivados.

VULNERABILIDADES SOCIOTÉCNICAS Y LOS LÍMITES DEL TECNOCENTRISMO

La principal vulnerabilidad identificada en el análisis es la creencia, todavía extendida entre los gestores públicos, de que los sistemas digitales sofisticados sustituyen las capacidades institucionales consolidadas. Los centros de control municipales pueden mostrar grandes cantidades de datos en pantallas y paneles sin que esa abundancia se traduzca en decisiones coherentes y oportunas. El exceso de información puede incluso dificultar la priorización de acciones cuando no existen criterios claros de triaje, un fenómeno ya documentado por la literatura sobre sobrecarga de información en otros contextos organizacionales. La tecnología, en este sentido, amplifica tanto las capacidades como las debilidades ya presentes en la estructura administrativa que la utiliza; rara vez crea capacidad institucional desde cero.

Otra vulnerabilidad significativa es la dependencia excesiva de proveedores tecnológicos privados. Las plataformas propietarias pueden restringir el acceso del propio municipio a la documentación técnica completa, a la integración con otros sistemas y a la auditoría independiente de su funcionamiento. Los contratos de adquisición necesitan incluir cláusulas explícitas sobre continuidad del servicio, soporte técnico mínimo garantizado, la posibilidad de exportación completa de datos, y la obligación de reportar con prontitud los incidentes de seguridad. El municipio debe conservar conocimiento técnico interno suficiente para operar alternativas en caso de discontinuidad del contrato y para evaluar de forma independiente los resultados presentados por el proveedor, evitando la situación, observada en diversos contextos administrativos, en la que solo la empresa contratada comprende plenamente el funcionamiento del sistema adquirido por la autoridad pública.

La automatización de los procesos de decisión también puede introducir sesgos sistemáticos difíciles de percibir sin una auditoría específica. Los modelos predictivos entrenados con registros históricos incompletos tienden a representar mejor las áreas ya monitoreadas y a las poblaciones ya visibles para los sistemas oficiales existentes. Las regiones informales, los asentamientos precarios o los territorios con presencia estatal históricamente menor pueden aparecer en los paneles automatizados de riesgo como áreas de bajo riesgo, cuando en realidad solo existe una

ausencia de datos, no una ausencia de amenaza real. Eubanks (2018) documenta, en un contexto distinto pero conceptualmente aplicable, cómo los sistemas automatizados pueden reproducir e incluso amplificar desigualdades preexistentes cuando se implementan sin un escrutinio adecuado de sus datos de entrenamiento. La gobernanza municipal debe, por lo tanto, combinar deliberadamente la información automatizada con la observación de campo calificada y el conocimiento comunitario acumulado, tratando estos dos tipos de conocimiento como complementarios y no como sustitutos jerárquicamente ordenados.

La ciberseguridad forma necesariamente parte de la resiliencia comunicacional contemporánea. Los sistemas de alerta pueden ser blanco de ataques de denegación de servicio, intentos de alteración de contenido o uso indebido para difundir información falsa bajo apariencia oficial. El control de acceso, mecanismos robustos de autenticación, registros auditables de las acciones y planes de contingencia específicos para incidentes cibernéticos son necesarios en cualquier sistema municipal crítico. Al mismo tiempo, medidas de seguridad excesivamente rígidas no pueden impedir la activación rápida de una alerta en una emergencia genuina. El diseño técnico necesita equilibrar cuidadosamente la protección contra el uso indebido con la operatividad bajo presión de tiempo, un equilibrio que rara vez es trivial de alcanzar en la práctica.

La sostenibilidad financiera también impone límites concretos a los sistemas municipales de comunicación de emergencia. Los equipos requieren mantenimiento periódico, licenciamiento de software, conectividad continua y capacitación regular del personal. Los proyectos financiados únicamente en la etapa inicial de implementación, sin previsión presupuestaria para las etapas posteriores de mantenimiento, tienden a deteriorarse sistemáticamente en pocos años. La planificación municipal debe considerar explícitamente el costo total del ciclo de vida de cada componente del sistema y priorizar soluciones técnicamente robustas y compatibles con la capacidad administrativa y financiera efectivamente disponible en el municipio, y no necesariamente las soluciones más sofisticadas del mercado.

Fragmentación institucional y conflictos de autoridad

La fragmentación institucional puede producir fallas de comunicación graves incluso cuando cada organismo involucrado desempeña adecuadamente su propia función interna, considerada de forma aislada. La defensa civil puede monitorear correctamente el riesgo meteorológico, la secretaría de comunicaciones puede controlar competentemente los canales

oficiales y el departamento de movilidad puede gestionar bien las rutas de tránsito, pero la ausencia de un procedimiento común entre estos organismos impide que capacidades individualmente sólidas se conviertan en una respuesta integrada. Los conflictos de autoridad típicamente surgen cuando distintos organismos interpretan de manera diferente el momento adecuado para emitir una alerta, o el contenido específico que debe divulgarse al público. En eventos de rápida evolución, la negociación improvisada entre organismos consume tiempo escaso y aumenta considerablemente la probabilidad de que mensajes contradictorios lleguen a la población.

La solución a este problema no consiste simplemente en centralizar toda la comunicación en un único organismo, decisión que muchos municipios adoptan intuitivamente después de una crisis mal gestionada. La centralización excesiva puede ralentizar la respuesta e ignorar información relevante producida localmente por los equipos territoriales. El diseño institucional necesita, en cambio, distinguir claramente entre decisiones estratégicas, validación técnica del contenido y ejecución operativa de la comunicación. La autoridad central debe garantizar la coherencia general del mensaje, mientras que los equipos territoriales y sectoriales aportan datos actualizados y adaptaciones necesarias para el contexto local específico. Los protocolos de escalamiento se vuelven especialmente importantes cuando una amenaza cruza los límites municipales o involucra servicios gestionados por otro nivel de gobierno, una situación común en cuencas hidrográficas compartidas por varios municipios.

La formalización de protocolos debe necesariamente ir acompañada de relaciones de trabajo construidas antes de que ocurra cualquier crisis. Las reuniones intersectoriales regulares, los ejercicios de simulación conjuntos y la evaluación compartida de resultados permiten que agentes de distintos organismos se familiaricen personalmente con las competencias y limitaciones de los demás. La confianza interpersonal construida entre los equipos reduce significativamente el costo de coordinación durante la propia emergencia y facilita la circulación de información aún preliminar, que de otro modo podría retenerse por cautela. Sin este vínculo previo, los organismos tienden a retener datos por temor a la responsabilización individual o, en el extremo opuesto, a divulgar información sin suficiente validación técnica ante la urgencia percibida.

Desinformación, rumores y la disputa por la atención pública

Los entornos digitales contemporáneos permiten que reportes, imágenes e interpretaciones personales circulen ampliamente antes de cualquier confirmación oficial de un evento en curso. Esta velocidad de circulación puede apoyar la propia identificación inicial de ocurrencias por parte de la administración municipal, pero también favorece la propagación de rumores infundados, registros sacados de su contexto original y orientaciones potencialmente peligrosas presentadas como si fueran oficiales. La comunicación pública necesita competir por la atención con fuentes informales y contenidos emocionalmente atractivos, que a menudo se difunden más rápido que declaraciones institucionales más sobrias. Las respuestas institucionales lentas crean un vacío informativo que tiende a llenarse rápidamente con versiones no verificadas de lo que está sucediendo.

La gestión activa de rumores debe formar parte formal del plan municipal de comunicación, y no tratarse como una respuesta reactiva e improvisada. Los equipos designados necesitan monitorear continuamente las dudas públicas recurrentes, identificar tempranamente información falsa con potencial real de daño, y responder a través de canales oficiales reconocidos y establecidos. La corrección de información falsa debe ser directa, presentar de inmediato la orientación válida correspondiente y evitar amplificar innecesariamente contenido irrelevante simplemente repitiéndolo para desmentirlo. La transparencia explícita sobre lo que ya se sabe con certeza, lo que sigue siendo incierto y cuándo se ofrecerá una nueva actualización fortalece la credibilidad institucional con el tiempo, incluso cuando la información disponible en un momento dado es limitada.

Las alianzas formales con emisoras de radio comunitaria local, medios de noticias, escuelas, unidades de salud y organizaciones comunitarias amplían significativamente la capacidad del municipio de confirmar y difundir información verificada. Estas instituciones actúan como intermediarias de confianza entre el gobierno y la población, capaces de adaptar el lenguaje del mensaje original al contexto de su público específico sin alterar la orientación central transmitida. El municipio debe poner a disposición de forma proactiva materiales verificables y contactos oficiales actualizados, de modo que estos aliados no necesiten depender de interpretaciones fragmentadas o de información de segunda mano obtenida informalmente.

Protección de datos, seguridad y continuidad operativa

Los sistemas municipales de comunicación de emergencia manejan con frecuencia datos sensibles de localización, registros de personas vulnerables

e información detallada sobre la infraestructura crítica del territorio. El uso responsable de estos datos debe respetar rigurosamente los principios de finalidad específica, necesidad mínima y seguridad adecuada al riesgo involucrado. La recolección indiscriminada de datos aumenta el riesgo de exposición indebida sin necesariamente mejorar la calidad de la respuesta institucional. El municipio debe definir claramente qué información es genuinamente indispensable para el funcionamiento del sistema, exactamente quién puede acceder a ella y por cuánto tiempo se conservará antes de su descarte seguro.

La continuidad operativa del sistema requiere copias de seguridad regulares, fuentes de energía alternativas, equipos de reemplazo disponibles y procedimientos de contingencia manuales para el caso de una falla completa de los sistemas digitales. Las dependencias que no son obvias a primera vista necesitan identificarse cuidadosamente durante la planificación. Un sistema municipal puede tener servidores técnicamente redundantes y aun así fallar por completo si todos esos servidores dependen del mismo proveedor único de conectividad a internet, o si el acceso al sistema depende de una autenticación centralizada que se vuelve indisponible precisamente durante un corte de energía. Mapear estas dependencias ocultas es una parte esencial, y frecuentemente descuidada, de la planificación de la resiliencia tecnológica municipal.

Los incidentes cibernéticos también pueden comprometer directamente la confiabilidad de las alertas emitidas. La alteración de un mensaje oficial, ya sea por intrusión externa o por un error interno no detectado, conlleva un alto potencial de daño para la población y de perjuicio duradero para la credibilidad institucional. Controles de acceso rigurosos, autenticación multifactor robusta, registros auditables de cada acción realizada y la exigencia de validación por más de una persona responsable son necesarios específicamente para los sistemas clasificados como críticos. Sin embargo, estos controles de seguridad necesitan conciliarse cuidadosamente con la urgencia operativa: procedimientos de autenticación excesivamente complejos pueden, en la práctica, impedir la emisión oportuna de una alerta precisamente cuando más se necesita.

Comunicación para grupos en situación de mayor vulnerabilidad

El mapeo de la vulnerabilidad comunicacional debe ser tanto territorial como social, combinando datos geográficos con las características sociodemográficas de la población residente. Áreas con baja cobertura de red, asentamientos informales consolidados, instituciones de cuidado

prolongado, hospitales, escuelas y lugares de alto tránsito peatonal requieren estrategias de comunicación específicas y diferenciadas. La vulnerabilidad comunicacional no proviene solo de la falta local de infraestructura tecnológica; puede resultar igualmente de barreras idiomáticas entre grupos migrantes, limitaciones sensoriales no contempladas en el diseño estándar de los mensajes, baja confianza histórica en las instituciones públicas locales, o la imposibilidad física concreta de cumplir con la orientación recibida, como es el caso de las personas mayores sin medios de transporte propios.

Los mensajes de evacuación, por ejemplo, son estructuralmente insuficientes cuando los destinatarios no cuentan con medios de transporte disponibles, apoyo familiar o comunitario cercano, o un destino seguro conocido al cual dirigirse. La comunicación eficaz necesita vincularse, desde su propia concepción, a la capacidad material real de la población destinataria para responder. Informar a las personas sin ofrecer al mismo tiempo medios concretos para cumplir con la orientación puede trasladar indebidamente la responsabilidad del riesgo a la población más vulnerable, profundizando las desigualdades sociales existentes en lugar de mitigarlas. Los refugios con ubicaciones conocidas, el transporte asistido para personas con movilidad reducida y los equipos de apoyo directo deben planificarse junto con los canales formales de alerta, y no como medidas adicionales y ocasionales.

La participación activa de las personas con discapacidad y de los representantes comunitarios en el diseño mismo del sistema de comunicación, y no solo en su evaluación posterior, mejora considerablemente la adecuación práctica de los mensajes producidos. Las pruebas de usabilidad realizadas con usuarios reales y los ejercicios de simulación revelan problemas concretos que los documentos técnicos elaborados desde el escritorio a menudo no logran anticipar. Pequeños cambios en la elección de palabras, en la señalización visual utilizada o en el orden en que se presentan las instrucciones pueden marcar una diferencia importante en la comprensión real alcanzada por la población, especialmente entre los grupos menos familiarizados con el lenguaje administrativo habitualmente empleado por las autoridades públicas.

Sostenibilidad administrativa y capacidad burocrática

El mantenimiento a largo plazo de un sistema municipal de comunicación de emergencia depende fundamentalmente de una capacidad burocrática consolidada. Los municipios necesitan equipos relativamente estables,

conocimiento técnico internalizado, contratos adecuadamente gestionados y presupuesto recurrente garantizado, y no solo recursos extraordinarios obtenidos en momentos de clamor público tras un desastre reciente. La alta rotación de personal y la externalización de funciones críticas sin una transferencia genuina de conocimiento al personal permanente debilitan progresivamente la memoria institucional del municipio. Cuando un sistema es comprendido en profundidad solo por el proveedor externo contratado o por un único miembro específico del personal, su continuidad queda peligrosamente expuesta a cambios de gestión o de contrato.

Los planes municipales deben especificar explícitamente los costos previstos de mantenimiento continuo, reemplazo periódico de equipos y capacitación regular del personal, incorporando estos elementos a la planificación presupuestaria plurianual. Los equipos instalados sin pruebas periódicas ni actualizaciones regulares pueden crear una falsa sensación de seguridad institucional, ocultando problemas que solo se manifiestan en el momento en que el sistema realmente se necesita. La sostenibilidad a largo plazo también implica un principio de simplificación deliberada: los sistemas excesivamente complejos pueden simplemente ser incompatibles con la escala administrativa y la capacidad técnica disponibles en municipios más pequeños. Las soluciones técnicamente robustas pero comprensibles y operables por el equipo local tienden a ser más útiles en la práctica que plataformas sofisticadas que requieren conocimiento especializado no disponible entre el personal efectivo del municipio.

Los consorcios intermunicipales y los mecanismos de cooperación regional pueden reducir los costos individuales, permitir compartir especialistas escasos e integrar sistemas de alerta para riesgos que, por su propia naturaleza física, no respetan los límites administrativos, como cuencas hidrográficas o áreas de inestabilidad geológica compartidas entre municipios vecinos. Sin embargo, dicha cooperación regional debe preservar responsabilidades locales claramente definidas y los propios mecanismos de decisión de cada municipio participante, evitando que la cooperación se convierta en una dilución indebida de la responsabilidad. El intercambio de infraestructura entre municipios debe estar siempre acompañado de acuerdos formales y claros sobre gobernanza conjunta, asignación de financiamiento y reglas para el uso compartido de los datos producidos.

APLICACIÓN MUNICIPAL E INDICADORES DE MADUREZ

La arquitectura teórica propuesta en este artículo puede operacionalizarse mediante un diagnóstico de madurez institucional, que permite a los

gestores municipales identificar en qué etapa se encuentra su sistema actual y qué prioridades de inversión tienen más sentido en cada momento. Un municipio en una etapa temprana de madurez suele tener responsabilidades mal definidas entre organismos, canales de comunicación aislados y baja frecuencia de pruebas prácticas de protocolo. En una etapa intermedia, ya existen protocolos formales en papel, pero la integración efectiva entre sistemas y la participación comunitaria todavía son desiguales entre las distintas regiones del municipio. En una etapa avanzada, la comunicación de emergencia se gobierna efectivamente como un sistema integrado, con redundancia probada, accesibilidad incorporada al diseño, monitoreo continuo y mecanismos activos de aprendizaje institucional.

Los indicadores de autoridad institucional incluyen la existencia formal de un protocolo escrito, el tiempo promedio efectivamente necesario para autorizar una alerta, y la claridad documentada de los criterios de sustitución en caso de indisponibilidad del funcionario principal. Los indicadores de interoperabilidad pueden evaluarse mediante el número de organismos efectivamente integrados al sistema, la frecuencia con que se actualizan los datos compartidos y el tiempo promedio necesario para compartir información relevante entre sectores. Los indicadores de redundancia involucran la cobertura territorial efectivamente probada, el grado de independencia tecnológica entre los canales disponibles y la capacidad demostrada de funcionar en condiciones de falla parcial de infraestructura. Los indicadores de calidad del mensaje pueden medirse a través de las tasas de comprensión evaluadas mediante encuesta, el nivel de accionabilidad percibido por los destinatarios y el nivel de coherencia entre los distintos canales utilizados simultáneamente.

Los indicadores de participación comunitaria pueden observarse a través de la presencia efectiva y activa de grupos comunitarios organizados, la realización regular de ejercicios de simulación con participación pública y la inclusión documentada de grupos vulnerables en la planificación del sistema. Los indicadores de aprendizaje institucional involucran la realización sistemática de auditorías posteriores al evento, la tasa efectiva de implementación de las recomendaciones producidas por esas auditorías y la frecuencia con que los planes municipales se actualizan formalmente a la luz de la experiencia acumulada. Es importante subrayar que estos indicadores deben servir principalmente para apoyar la mejora continua del sistema, y no simplemente para producir rankings comparativos entre municipios sin considerar diferencias contextuales relevantes. Las comparaciones entre distintos municipios deben necesariamente tener en

cuenta las diferencias de territorio, recursos disponibles y el perfil de riesgo específico que enfrenta cada localidad.

La implementación práctica de la arquitectura puede comenzar de manera focalizada, priorizando las amenazas de mayor relevancia local en lugar de buscar una cobertura simultánea de todos los riesgos posibles. Los municipios sujetos a inundaciones recurrentes pueden comenzar mapeando cuencas hidrográficas, rutas de evacuación viables y comunidades expuestas ya conocidas; las ciudades con riesgos tecnológicos significativos, como la proximidad a instalaciones industriales peligrosas, pueden priorizar la integración con las empresas responsables y con los servicios de salud especializados. La estructura conceptual de la arquitectura se mantiene común entre diferentes contextos, pero los protocolos concretos de aplicación deben necesariamente reflejar las particularidades de cada territorio. La estandarización excesiva de protocolos, sin adaptación al contexto local, puede ignorar diferencias que realmente determinan el éxito o el fracaso de la respuesta en cada caso específico.

Los ejercicios de simulación son un instrumento central e insustituible de esta arquitectura de gobernanza. Permiten poner a prueba, en condiciones controladas, toda la cadena de decisión, la formulación del mensaje, el funcionamiento real de los canales disponibles y la reacción efectiva de la comunidad, sin necesidad de esperar a un desastre real para descubrir fallas en el sistema. Las simulaciones bien diseñadas deben incluir deliberadamente escenarios de corte de energía, indisponibilidad temporal de las redes móviles y la ausencia inesperada de tomadores de decisión clave, poniendo a prueba así la robustez del sistema en condiciones adversas y no solo su funcionamiento ideal. La evaluación de cada ejercicio necesita registrar cuidadosamente los tiempos observados y las decisiones efectivamente tomadas en cada etapa, produciendo finalmente un plan concreto de corrección con funcionarios nombrados y plazos establecidos, replicando la misma lógica de aprendizaje institucional analizada en la sección 4.6.

CONSIDERACIONES FINALES

Este artículo propuso una arquitectura teórica para la gobernanza de la comunicación de emergencia en ciudades inteligentes, construida a partir de la articulación entre la gobernanza multinivel, las teorías de comunicación de crisis y de riesgo, los modelos conductuales de respuesta a las alertas, los estudios sobre ciudades inteligentes y resiliencia urbana, y la literatura consolidada sobre sistemas de alerta temprana. El modelo propuesto reúne

seis dimensiones interdependientes: autoridad institucional claramente definida, interoperabilidad operativa y tecnológica, redundancia entre canales digitales y analógicos, mensajes accesibles y accionables, participación comunitaria efectiva y aprendizaje institucional continuo. El análisis realizado a lo largo del artículo muestra de manera consistente que la resiliencia comunicacional siempre depende de la combinación entre la infraestructura tecnológica disponible y la capacidad de coordinación del Estado, y no de ninguno de estos factores considerado de forma aislada.

La contribución central de este trabajo consiste en desplazar deliberadamente el debate público y académico desde la cantidad de tecnología disponible hacia la calidad de la gobernanza efectivamente practicada. Los sensores ambientales, las plataformas integradas y los recursos de inteligencia analítica pueden ciertamente desempeñar un papel de apoyo significativo en la protección de la población, pero no sustituyen protocolos claros, coordinación interorganizacional probada y confianza pública construida a lo largo del tiempo. Los municipios genuinamente resilientes son aquellos capaces de mantener una comunicación útil y confiable incluso cuando partes significativas de su infraestructura tecnológica fallan, precisamente porque su resiliencia no depende de un único componente, sino de un sistema deliberadamente redundante y bien coordinado.

La arquitectura propuesta también muestra, de un modo que merece ser subrayado, que la inclusión comunicacional no es una dimensión periférica u opcional del sistema. Un sistema que alcanza rápidamente a la mayoría de la población pero excluye sistemáticamente a los grupos que ya enfrentan mayor exposición al riesgo no puede considerarse razonablemente eficaz, independientemente de su sofisticación técnica general. La accesibilidad debe orientar el diseño del sistema desde su concepción inicial, y la participación comunitaria debe ser una parte orgánica de la planificación municipal, y no tratarse como un paso complementario agregado al final del proceso de desarrollo tecnológico.

Como principal limitación, es importante reconocer que el modelo aquí presentado es de naturaleza teórica y requiere validación empírica posterior para confirmar su aplicabilidad práctica en diferentes contextos municipales brasileños. Estudios futuros podrían aplicar esta arquitectura en municipios de diferentes tamaños poblacionales y capacidades administrativas, comparar los niveles de madurez institucional entre ellos, y analizar retrospectivamente eventos de emergencia reales a la luz de las seis dimensiones propuestas. Investigaciones posteriores también podrían

desarrollar escalas de medición más precisas para cada dimensión, examinar sistemáticamente los costos reales de implementación en diferentes contextos, e investigar empíricamente la relación entre la confianza institucional previa, la comprensión efectiva del mensaje recibido y el comportamiento real de respuesta de la población durante emergencias reales.

Para la gestión pública municipal, la implicación práctica más directa de este trabajo es la siguiente: la comunicación de emergencia debe tratarse como una política pública permanente, con presupuesto propio, responsabilidades claramente asignadas, pruebas regulares y evaluación sistemática de resultados, en lugar de una respuesta episódica movilizadora solo después de que ha ocurrido un desastre. La preparación institucional construida deliberadamente durante los períodos de normalidad administrativa determina, en última instancia, la capacidad real del municipio de informar adecuadamente y proteger eficazmente a su población en el momento en que finalmente ocurre una crisis.

REFERENCIAS

- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Ansell, C., & Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543-571. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>
- Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Addison-Wesley.
- Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216-224. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: Systematic and people-centred. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 364(1845), 2167-2182. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1819>
- Boin, A., & 't Hart, P. (2003). Public leadership in times of crisis: Mission impossible? *Public Administration Review*, 63(5), 544-553. <https://doi.org/10.1111/1540-6210.00318>
- Boin, A., 't Hart, P., Stern, E., & Sundelius, B. (2005). *The politics of crisis management: Public leadership under pressure*. Cambridge University Press.
- Bozeman, B. (2007). *Public values and public interest: Counterbalancing economic individualism*. Georgetown University Press.

- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Coaffee, J. (2013). *Resilient cities: Urban planning, risk and disaster management*. Routledge.
- Comfort, L. K. (2007). Crisis management in hindsight: Cognition, communication, coordination, and control. *Public Administration Review*, 67(s1), 189-197. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2007.00827.x>
- Coombs, W. T. (2007). Protecting organization reputations during a crisis: The development and application of situational crisis communication theory. *Corporate Reputation Review*, 10(3), 163-176. <https://doi.org/10.1057/palgrave.crr.1550049>
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Dawes, S. S. (2009). Stewardship and usefulness: Policy principles for information-based transparency. *Government Information Quarterly*, 27(4), 377-383.
- Deetz, S. (2001). Conceptualizing organization-stakeholder communication. *Management Communication Quarterly*, 15(1), 51-60. <https://doi.org/10.1177/0893318901151003>
- Drabek, T. E. (1986). *Human system responses to disaster: An inventory of sociological findings*. Springer-Verlag.
- Eubanks, V. (2018). *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin's Press.
- Hooghe, L., & Marks, G. (2003). Unraveling the central state, but how? Types of multi-level governance. *American Political Science Review*, 97(2), 233-243. <https://doi.org/10.1017/S000305540300064X>
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 22320:2018 - Security and resilience: Emergency management - Guidelines for incident management*.
- Kitchin, R. (2014). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. Sage.
- Lindell, M. K., & Perry, R. W. (2012). The protective action decision model: Theoretical modifications and additional evidence. *Risk Analysis*, 32(4), 616-632. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01647.x>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Mileti, D. S., & Sorensen, J. H. (1990). *Communication of emergency public warnings: A social science perspective and state-of-the-art assessment*. Oak Ridge National Laboratory.

- Morozov, E. (2013). To save everything, click here: The folly of technological solutionism. PublicAffairs.
- Ostrom, E. (1996). Crossing the great divide: Coproduction, synergy, and development. *World Development*, 24(6), 1073-1087. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(96\)00023-X](https://doi.org/10.1016/0305-750X(96)00023-X)
- Palen, L., & Anderson, K. M. (2016). Crisis informatics—New data for extraordinary times. *Science*, 353(6296), 224-225. <https://doi.org/10.1126/science.aag2579>
- Perry, R. W., & Lindell, M. K. (2003). Understanding citizen response to disasters with implications for terrorism. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 11(2), 49-60. <https://doi.org/10.1111/1468-5973.1102001>
- Piattoni, S. (2009). Multi-level governance: A historical and conceptual analysis. *European Integration Online Papers*, 13(2), 1-25.
- Quarantelli, E. L. (1988). Disaster crisis management: A summary of research findings. *Journal of Management Studies*, 25(4), 373-385. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1988.tb00043.x>
- Reynolds, B., & Seeger, M. W. (2005). Crisis and emergency risk communication as an integrative model. *Journal of Health Communication*, 10(1), 43-55. <https://doi.org/10.1080/10810730590904571>
- Sutton, J., Palen, L., & Shklovski, I. (2008). Backchannels on the front lines: Emergent uses of social media in the 2007 southern California wildfires. *Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference*, 624-632.
- Torraco, R. J. (2016). Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review*, 15(4), 404-428. <https://doi.org/10.1177/1534484316671606>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030. United Nations.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2005). Hyogo framework for action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. United Nations.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C., & Kuhlicke, C. (2013). The risk perception paradox—Implications for governance and communication of natural hazards. *Risk Analysis*, 33(6), 1049-1065. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x>
- Waugh, W. L., & Streib, G. (2006). Collaboration and leadership for effective emergency management. *Public Administration Review*, 66(s1), 131-140. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2006.00673.x>
- Weick, K. E. (1988). Enacted sensemaking in crisis situations. *Journal of Management Studies*, 25(4), 305-317. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1988.tb00039.x>

CONTRIBUCIÓN DEL AUTOR

Moisés Figueiredo da Silva: conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, redacción del manuscrito original, revisión y edición, y supervisión. La curación de datos y la obtención de financiamiento no aplican a este estudio teórico.

DECLARACIONES EDITORIALES

Financiamiento: el estudio no recibió financiamiento externo.

Conflicto de intereses: el autor declara no tener conflicto de intereses.

Uso de inteligencia artificial: no declarado por el autor.