

SIMILITUDES, DIFERENCIAS Y MEJORAS PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS DESASTRES RELACIONADOS AL AGUA EN AMÉRICA DEL SUR

Itzayana González-Ávila ^{1*}, Mauricio Andrades Paixão ¹, Fernando Campo Zambrano ¹ y Masato Kobiyama¹

RESUMEN

La ocurrencia de inundaciones y movimientos de masa húmeda pueden causar serios disturbios en la sociedad, consecuencias que son acentuadas debido a la falta de conocimiento y organización de estas. En países de Sur América se registra una alta tasa de desastres relacionados al agua con efectos intensificados debido a las características de estos. En este sentido, mediante un curso de capacitación online realizado para varios países se identificaron similitudes, diferencias y puntos a mejorar en la conceptualización de los desastres asociados al agua. Las inundaciones y flujos de detritos demostraron ser los eventos con mayor recurrencia en estas sociedades, en donde fenómenos naturales extremos como El Niño y La Niña se mostraron como potencializadores de desastres. Aunque la gestión del riesgo difiere entre países, los organismos de monitoreo se perciben útiles para la toma de decisiones relacionadas a la mitigación y reducción del riesgo. No obstante, Sur América aún presenta grandes debilidades en cuanto a sus sistemas de gestión y conocimiento en la línea aquí evaluada, así el establecimiento de una red Latinoamericana de Desastres Relacionados al Agua (LADERA) y cursos de capacitación podrán ayudar a cerrar la brecha de gestión y reducción del riesgo.

PALABRAS CLAVES

Capacitación, Desastres, Riesgo, Vulnerabilidad

SIMILARITIES, DIFFERENCES, AND IMPROVEMENTS FOR THE CONCEPTUALIZATION OF WATER-RELATED DISASTERS IN SOUTH AMERICA

ABSTRACT

The occurrence of floods and humid mass movements can cause several disturbances in communities. Such consequences have been accentuated due to the lack of knowledge and organization of society. In South American countries it is registered a high incidence of extreme events related to water with intensified effects due to the characteristics of these countries. In this way, it was identified similarities, differences, and subjects to improve the conceptualization of disasters associated with water through an online capacitation course realized simultaneously in several countries. Floods and debris flows are the extreme events that most affect society in terms of human and economic losses. El Niño and La Niña were identified as natural phenomena that potentialize such disasters. All countries have well-established administrative bodies to collect and manage data for taking decisions on mitigation and risk reduction, although the management between the considered countries has differences among them. Due to South America's debilities concerning its management systems and knowledge on disaster risk reduction, some actions may help to improve the management and risk reduction in the urban and territorial environment: i) the establishment of a network called Latinoamericana de Desastres Relacionados al Agua (LADERA); and ii) the execution of capacitation courses.

KEYWORDS

Capacitation, Disasters, Risk, Vulnerability

1. Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

*Autor de correspondencia: i.goavil@gmail.com

Identificador:

<http://revistareder.com/handle-0719-8477-2021-111>

RECIBIDO

25 de febrero de 2021

ACEPTADO

24 de abril de 2021

PUBLICADO

1 de julio de 2021

Formato cita

Recomendada (APA):

González-Ávila, I., Paixão, M.A., Zambrano, F.C., & Kobiyama, M. (2021).

Similitudes, diferencias y mejoras para la

conceptualización de los desastres relacionados al agua en América del

Sur. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre*

Reducción del Riesgo de Desastres REDER, 5(2), 138-

151. <http://revistareder.com/handle-0719-8477-2021-111>



Todos los artículos publicados en REDER siguen una política de Acceso Abierto y se respaldan en una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)

Diseño: Lupe Bezzina

INTRODUCCIÓN

A lo largo del mundo las comunidades se han vuelto más vulnerables frente a diversas amenazas debido a la modificación de los ambientes naturales y los procesos que ocurren dentro de ellos (Gill y Malamud et al., 2017; Paixão et al., 2018). Las amenazas pueden desencadenar desastres que crean un serio disturbio en las comunidades y afectan su capacidad de respuesta, causando pérdidas materiales, humanas, económicas y ambientales (United Nations Development Programme [UNDP], 2004). Debido a que los desastres pueden ser desencadenados por diferentes tipos de eventos naturales (hidrológicos, meteorológicos, biológicos, geofísicos), el Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) realizó una clasificación, en la cual se consideran inundaciones y movimientos de masa húmeda relacionados a los “desastres hidrológicos” (Paixão et al., 2020), aunque los desastres no son puramente naturales o hidrológicos (Ball, 1975; Gould et al., 2010).

En ambientes montañosos frecuentemente se observan eventos naturales como deslizamientos, flujos de detritos e inundaciones, siendo parte de los procesos de evolución del paisaje. La cuenca del río Amazonas, por ejemplo, tiene sus afluentes nacientes en la Cordillera de los Andes y se extiende hasta las majestuosas planicies brasileñas. Debido a las características de área montañosa se generan recurrentes desastres asociados a deslizamientos y flujos de detritos (Zambrano et al., 2018) mientras que en el área de planicie ocurren eventos de inundación (Wongchuig et al., 2017). En las últimas dos décadas (2000-2019) fueron registrados en América del Norte y América del Sur 1.756 desastres (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2020), en donde los desastres relacionados al agua demostraron alta recurrencia en Brasil, Colombia y Perú. Lo anterior no es coincidencia teniendo en cuenta que este escenario es común en países en desarrollo, característicos en América Latina (Zorn, 2018).

En este sentido, los seres humanos no están exentos de sufrir eventos catastróficos, sin embargo, el grado de impacto está determinado por el conjunto de características propias del sistema al cual pertenecen. La vulnerabilidad determina la probabilidad y la magnitud de daños que puede sufrir una comunidad frente a una determinada amenaza. El grado de vulnerabilidad depende de factores físicos, sociales, económicos y ambientales, en donde el enfoque desde el cual sea abordada y la evolución de esta puede ser variable (Birkmann et al., 2017).

De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos mundialmente en la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030 organizado por las Naciones Unidas (UN), se busca disminuir la pobreza y desigualdad que atañe al mundo y que está estrechamente relacionado con la vulnerabilidad (General Assembly of the United Nations [GA-UN], 2015; Sorg et al., 2018). De este modo, cuestiones que crean escenarios de alto riesgo frente a desastres como la falta de organización a nivel funcional y estructural de las sociedades deben ser abordadas, disminuyendo consecuentemente la ocurrencia de eventos catastróficos. Entre las acciones para el cumplimiento de dichos objetivos, la educación para la reducción del riesgo a desastres debe ser fuertemente trabajada. Diferentes estudios empíricos (Muñoz et al., 2020) han demostrado que la educación crea una cultura de preparación frente a desastres, incrementando la seguridad y resiliencia de la sociedad. Además, en cuanto más publicaciones técnico-científicas se realizan dentro de una comunidad, los impactos sobre ésta tienden a ser menores (Parham et al., 2021).

Frecuentemente, para la disminución y prevención del riesgo se emplean medidas no estructurales, las cuales se refieren a acciones que involucran políticas públicas, educación ambiental y zonificación de áreas de riesgo (Kobiyama et al., 2006). Las medidas no estructurales son de gran utilidad en la planeación territorial y en la orientación a los ciudadanos respecto a una posible respuesta frente a un desastre. Además, se reconoce que este tipo de medidas tiene un bajo costo comparada con las medidas estructurales (obras de ingeniería).

El factor humano en la prevención de desastres es fundamental, de modo que los esfuerzos de los gestores y de la comunidad científica deben direccionarse a la popularización de la hidrología con énfasis en la prevención y mitigación de daños causados por desastres (Kobiyama et al., 2018). Es necesario disminuir los escenarios del riesgo, para ello el marco actual de la gestión del riesgo debe ser repensado, abordando el desastre no como algo externo a la sociedad sino incorporándolo en los planes de desarrollo (Vaughter, 2016). Por lo tanto, los cursos de capacitación son una alternativa de transmitir a las comunidades y a los gestores conocimientos generados en las universidades y centros de investigación, promoviendo la concientización y apropiación por parte de la población frente a la de gestión de desastres.

De esta forma, el presente trabajo tiene como objetivo reconocer similitudes, diferencias y oportunidades de mejora para la prevención, mitigación y conocimiento en la gestión de los desastres concomitantes al agua entre países de América Latina en el marco de un curso de capacitación. A continuación, se reporta la situación de la sociedad latinoamericana desde el punto de vista de los participantes con conocimientos interdisciplinarios en gestión del riesgo de desastres.

METODOLOGÍA

El Grupo de Investigación en Desastres Naturales (GPDEN) del Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IPH) de la Universidad Federal de Rio Grande del Sur (UFRGS), desde el año 2013 viene realizando en sus instalaciones diversos cursos presenciales de capacitación en “Mapeo de áreas de riesgo para la prevención de desastres hidrológicos con énfasis en modelación hidrogeomorfológica” que normalmente comprenden salidas de campo a ciudades con amplio historial de ocurrencia de desastres relacionados al agua, como Igrejinha/RS (inundación, deslizamientos y flujo de detritos), São Sebastião do Caí/RS (inundaciones) y São Vendelino/RS (deslizamientos e inundaciones), Novo Hamburgo/RS (deslizamientos) y Rolante/RS (deslizamientos e inundaciones), en Brasil. En el año 2020, la 5ª edición del curso fue llevada a cabo de forma online, transmitida por las plataformas Mconf de la UFRGS y en YouTube, debido a la situación de la pandemia de COVID-19 (ver Tabla 1). De este modo, se decidió aumentar el alcance del curso a nivel de Latinoamérica, aunque no fuera posible la realización de salidas de campo. Los medios de difusión del curso fueron el voz a voz, los grupos de mensajería instantánea, comunicados institucionales, comunicados por e-mail y redes sociales.

Fecha	Edición	Salida de Campo	Idioma / Alcance	C.H.	Número de participantes
03 al 07 de Nov/2014	I	Igrejinha/RS, Brasil	Portugués / Brasil	40 h	20
19 al 23 de Oct/2015	II	São Sebastião do Caí/RS y São Vendelino/RS, Brasil	Portugués / Brasil	40 h	20
21 al 25 de Nov/2016	III	São Sebastião do Caí/RS y São Vendelino/RS, Brasil	Portugués / Brasil	40 h	20
06 al 10 de Nov/2017	IV	Novo Hamburgo/RS y Rolante/RS, Brasil	Portugués / Brasil	40 h	40
12 al 15 de Oct/2020	V	No fue realizada	Español / Latinoamérica	20 h	76

Tabla 1. Registro de los cursos desarrollados por el GPDEN
Fuente: Autores, 2021.

Con el fin de promover la concientización global del riesgo y la reducción de desastres estipulada por la *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR), el período de realización del curso se seleccionó incluyendo el día 13 de octubre de 2020, cuando se celebra el Día Internacional de la Reducción de Desastres. La capacitación fue dividida en 4 días, entre el 12 al 15 de octubre con una duración de 3 horas en cada día y fue complementado con actividades que permitieron totalizar 20 horas de curso de capacitación. Para el proceso de participación del curso, se solicitaron algunas informaciones como: país de origen, profesión, entidad a la que pertenecen y el motivo de interés en el curso. Dicha información sirvió para establecer criterios para la selección de los participantes, considerando el número de la capacidad de usuarios que la plataforma de la universidad ofrecía. La información solicitada permitió realizar un diagnóstico acerca de los profesionales activos y con interés en el área de gestión del riesgo de desastres.

Los asuntos tratados en el curso conforme su desarrollo fueron: i) conceptos generales en el área de gestión de desastres, ii) zonificación de amenaza de inundación a partir de modelación hidrológica-hidrodinámica, iii) zonificación de movimientos de masa húmeda (deslizamientos y flujo de detritos); y iv) vulnerabilidad y riesgo.

Para abordar cada uno de los temas tratados en el curso, el equipo organizador elaboró materiales didácticos (Apostillas y Manuales), a fin de auxiliar en el entendimiento de cada uno de los conceptos, metodologías y actividades prácticas realizadas en el curso. Este material puede ser consultado en la página del GPDEN (<https://www.ufrgs.br/gpden>).

Fue aplicado un cuestionario online con 48 preguntas que permitió obtener información sobre la percepción de los participantes sobre el curso y acerca de cómo estos participantes dentro del contexto de sus países enfrentan los desastres relacionados al agua. Las respuestas de los participantes fueron confirmadas con ayuda de información disponible en periódicos y trabajos técnico-científicos disponibles en internet. Cabe resaltar que la aplicación de la encuesta se limita a extraer información de los participantes, que, aunque conocedores de la gestión del riesgo, contiene una muestra limitada de percepciones multidisciplinares e internacionales diferentes, que pueden no representar como un todo la realidad de los países en Sur América. Por otro lado, las respuestas se obtienen de expertos en el área de gestión de riesgo, así que aportan una valiosa contribución al entendimiento del tema.

A modo de concluir la capacitación se propuso y estableció una Red Latinoamericana de Desastres Relacionados al Agua (LADERA), con el fin de compartir información, experiencias y conocimiento relacionados a la gestión, prevención y reducción de desastres. La red fue instituida mediante el intercambio de e-mails y administrada mediante la aplicación de *Google Groups*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacitación como Herramienta en la Reducción del Riesgo

El cuestionario, que se definió como una actividad complementaria del curso, fue respondido por 76 personas de diferentes países como: Colombia, Perú, Brasil, Ecuador, Argentina y Bolivia (ver Figura 1). La forma más efectiva de comunicación para el desarrollo del presente curso fue el voz a voz (46%), seguido de los grupos de mensajería instantánea (17%), instituciones (17%), y comunicados por e-mail (12%) y en una menor proporción las redes sociales (8%).

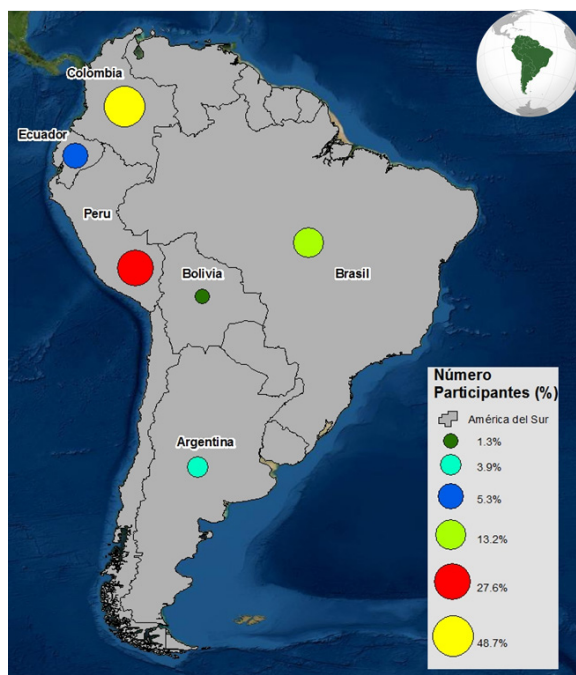


Figura 1. Países participantes del curso de capacitación
Fuente: Autores, 2021.

Los participantes del cuestionario reportaron una gran aceptación del curso, ya que el 71,1% de ellos encontró el nivel del curso adecuado y el restante (28,9%) en un nivel elevado. La modalidad a distancia (online) y el material utilizado para el desarrollo de la actividad no representó un obstáculo para que los asistentes recibieran el conocimiento. Algunos participantes (5,3%) manifestaron la necesidad de mejorar la explicación para el acceso y el uso de la plataforma utilizada, lo cual es un desafío que actualmente se enfrenta debido a la pandemia por COVID-19.

Por su parte, los temas abordados, aunque suplieron las expectativas de los profesionales, los participantes expresaron la necesidad de incluir otros temas como análisis de multi-amenaza natural, desastres antrópicos no intencional y profundizar el componente social. Estos tres aspectos se pueden ejemplificar mediante el evento ocurrido el día 15 de noviembre del 2020,

en donde el paso del Huracán Iota por el Caribe en media pandemia causó grandes impactos en Colombia (Office for the Coordination of Humanitarian Affairs of the United Nations [OCHA], 2020) como inundaciones y deslizamientos, específicamente en la Isla de San Andrés y Providencia, la ciudad de Cartagena y en varios municipios del departamento del Chocó, zonas en las cuales según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE- (DANE, 2018) existe alta proporción de pobreza (36 a 61%). Allí en un solo evento se evidencia la multi-amenaza natural, seguido de la alta vulnerabilidad de las zonas afectadas y el aumento de magnitud por influencias de actividades antrópicas. Los temas de acción de respuesta y profundización en aspectos ambientales son otros de los asuntos de interés que a sugerencia de los participantes deben ser profundizados. Los participantes describieron las áreas de hidrología, geología y geografía, como algunas de las ciencias con mayor relevancia para realizar zonificación de áreas de riesgo, y que necesitan ser reforzadas entre los profesionales interdisciplinarios.

Debido a que el área de gestión, prevención y mitigación de los desastres tiene diversos componentes, el 25% de los participantes expresaron la necesidad del aumento de la carga horaria, distribuida en un mayor número de días. Además, fue aconsejado realizar este tipo de eventos en horas de la noche, considerando dicha condición para todos los países participantes. Es importante notar que hay diversos husos horarios en América Latina, de forma que contemplar un horario conveniente para todos los países participantes del curso de capacitación fue también un obstáculo y debe ser considerado futuramente. En general, se obtuvo un buen retorno respecto al evento por parte de los participantes, ya que todos (100%) recomendarían el curso y se mostraron con interés en la participación de eventos futuros organizados por el GPDEN.

Aspectos Internacionales de los Desastres

América del sur está conformado por 13 países de los cuales en el presente trabajo se obtuvo información referente a gestión del riesgo de desastres de 6 de ellos (Argentina, Brasil, Bolivia, Ecuador, Colombia, Perú). Uno de los principales límites que se observa al evaluar desastres es la clasificación heterogénea entre los países de todo el mundo (Monte et al., 2020). Según los participantes, Argentina y Bolivia tienen alineada la clasificación de los desastres con la clasificación internacional propuesta por el CRED. Por su parte, Brasil, Ecuador, Colombia y Perú presentan algunas divergencias frente a la clasificación internacional y guardan cierta similitud entre ellos. No obstante, se identificó que existe cierta falta de conocimiento y claridad referente a la categorización de los desastres aun cuando el tema es tratado con profesionales del área. Las políticas de gestión del riesgo y de recursos hídricos están estrechamente relacionadas y se ha comprobado que la unión de políticas con estos asuntos puede optimizar recursos financieros y humanos (Dulac y Kobiyama, 2017). En ese sentido, todos los países participantes cuentan con las dos políticas mencionadas, sin embargo, la interacción de medidas entre ellas es precaria o no es visiblemente conocida por los profesionales en el área en cada país. La falta de acogimiento y percepción por parte de la sociedad hacia las políticas públicas en el área de gestión del riesgo radica en las experiencias previas y el carente reconocimiento de la utilidad de dichas herramientas. Al indagar sobre el primer contacto de los participantes frente a los temas de prevención de desastres, se encontró que la universidad (53,9%) y el trabajo (28,9%) son los escenarios más frecuentes (ver Figura 2). Esto indica que en lugares con alta frecuencia de ocurrencia de desastres como los son los países participantes del evento, no existe una prioridad ni un adecuado trabajo de fortalecimiento en la educación de la sociedad para reducción de los riesgos de desastres. La baja frecuencia reportada para el escenario de infancia (9,2%), indican que son pocos los casos en los cuales se difundió conocimiento desde una edad temprana.

Para las sociedades de Sur América, los desastres y su gestión debería ser un asunto de gran relevancia, que requiere de mayor atención, una vez que se reconoció que el 65,8% de los participantes ya experimentó alguna vez en su vida desastres (ver Tabla 2). De esta manera, la cotidianidad con la que los fenómenos naturales ocurren y la acelerada urbanización de las ciudades deja claro que esto es una característica marcante del continente.



Figura 2. Primer contacto con prevención de desastres
Fuente: Autores, 2021.

Evento	%
Inundaciones	64
Flujos de Detritos	20
Deslizamientos de tierra	12
Caídas de bloques	2
Erosión regresiva	2

Tabla 2. Porcentaje de participantes que vivenciaron desastres
Fuente: Autores, 2021.

Percepción de los Desastres Vinculados al Agua

Los desastres de grandes magnitudes son generalmente asociados a una gran interacción del componente social, que desencadena afectaciones al funcionamiento normal de la comunidad (Reis, 2016). El gran aumento de los desastres asociados al agua a partir de la década de los 70's a nivel mundial (Kobiyama et al., 2009) ha generado una mayor visibilidad de estos eventos y también ha cobrado muchas víctimas. De acuerdo con la información suministrada por los participantes de diferentes países, se consiguió construir una tabla con datos acerca de los eventos más marcantes en cada uno de sus países (ver Tabla 3). Los autores reconocen que a nivel de Sur América pueden haber existido otros eventos en el periodo de 50 años (1967-2017) analizado, de los cuales no se tuvo conocimiento durante el curso de capacitación. El tipo de ambiente en que ocurren estos desastres predominantemente es montañoso, seguido de las planicies de inundación y ambientes costeros. Se evidencia que el primer evento marcante se da en el año 1967 en Brasil en un ambiente montañoso, en el cual sucedió un deslizamiento que causó la muerte de aproximadamente 450 personas y afectó 4000 viviendas. Por otro lado, el último evento reportado por los participantes fue en Colombia en el año 2017 donde el municipio de Mocoa fue impactado por un flujo de detritos afectando cerca de 1000 viviendas y causando la muerte de 300 personas aproximadamente. Este desastre fue relatado y descrito en Zambrano et al. (2018).

SIMILITUDES, DIFERENCIAS Y MEJORAS PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS DESASTRES RELACIONADOS AL AGUA EN AMÉRICA DEL SUR

País	Lugar	Evento/ Descripción	Año	Tipo de Ambiente	Impactos	Costos Asociados*	Atributo natural
Brasil	Caraguatatuba	Deslizamientos e inundaciones, 13 horas de lluvias persistentes	1967	Montañoso	450 fallecidos; 4000 viviendas	N/R	Cerro do Benfica
Colombia	Tumaco	Tsunami, olas de más de 6 m de altura	1979	Costero	450 fallecidos	N/R	Costa Pacifico
Bolivia	Santa Cruz de la Sierra	Inundación rápida	1983	Planicie de inundación y valles	250 fallecidos; 5000 damnificados; 3000 viviendas	N/R	Rio Parí
Perú	16 departamentos afectados, especialmente Ancash/ Huaraz	El Niño Costero (1982/1983)	1983	Costero	512 fallecidos directamente; 8500 fallecidos indirectamente por enfermedades	3282 millones en pérdidas USD	Diversos ríos en todo el país
Colombia	Armero	Erupción del Volcán del Nevado del Ruiz, derretimiento del glaciar y descenso de lahares a través de la red fluvial naciente en el volcán	1985	Montañoso/abanico aluvial	25000 fallecidos; Municipio Destruído	7000 millones USD	Rio Gualí Glaciar del Nevado del Ruiz
Colombia	Cerro Pan de Azúcar - Villatina, Medellín	Deslizamiento -20 mil m3 de tierra	1987	Montañoso	500 fallecidos; 70 viviendas; 1.000 damnificados	N/R	Cerro Pan de Azúcar
Ecuador	La Josefina	Deslizamientos, 20 millones m3	1993	Montañoso	150 fallecidos; 7.000 damnificados	150 millones USD	Cerro Tamuga/ Rio Paute
Ecuador	Zona de Minería Nambija - Zamora	Deslizamientos, 15 mil m3	1993	Montañoso	300 fallecidos; 80 viviendas	N/R	Cerro El Tierrero
Colombia	Sur-Occidente del país, 15 municipios afectados	Inundación rápida del río asociada a un sismo (escala 6)	1994	Montañoso	1.100 fallecidos; 7.511 familias damnificadas (Dpto. Cauca); 414 familias damnificadas (Dpto. Huila)	N/R	Rio Páez
Ecuador	Varios eventos secuenciales (inundaciones y deslizamientos)	El Niño (1997/1998)	1998	Montañoso/ Planicie de Inundación/ Costero	292 fallecidos; 7 millones damnificados; 15.264 viviendas	2869 millones USD	A nivel nacional
Perú	24 departamentos afectados	El Niño (1997/1998)	1998	Montañoso/ Planicie de Inundación	374 fallecidos; 591.615 afectados	3580 millones USD	A nivel nacional
Perú	Ciudad de Ica	Inundación	1998	Valle del Rio Ica/ Montañoso	20.309 damnificados; 4300 viviendas; 15 mil Ha cultivos	150 millones USD	Rio Ica
Bolivia	La Paz	Granizada que generó inundaciones y deslizamientos	2002	Montañoso	70 fallecidos	70 millones USD	Meseta del Altiplano de los Andes
Argentina	Santa Fé	Inundación en 43 barrios, más de 1200 manzanas	2003	Planicie de inundación	183 fallecidos; 130 mil damnificados	6 millones de USD	Rio Salado
Colombia	Girón, Santander; 9 barrios afectados	Inundación, deslizamientos, flujos de detritos	2005	Montañoso	50 fallecidos; 30 mil damnificados	52 mil millones USD	Rio de Oro

(continúa)

SIMILITUDES, DIFERENCIAS Y MEJORAS PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS DESASTRES RELACIONADOS AL AGUA EN AMÉRICA DEL SUR

País	Lugar	Evento/ Descripción	Año	Tipo de Ambiente	Impactos	Costos Asociados*	Atributo natural
Argentina	Santa Fé	Inundación	2007	Planicie de Inundación	3 fallecidos; 80.000 damnificados	1000 millones	Río Salado
Bolivia	Dptos. Beni, Santa Cruz, Chuquisaca, La Paz, La Tarija	La Niña – Sequía (2007/2008)	2008	Cultivos a nivel nacional	45 fallecidos; 123.748 familias damnificadas	495 millones USD	A nivel nacional
Ecuador	Litoral, provincias Guayas, Santa Elena, El Oro, Manabí y Esmeraldas	Inundaciones y deslizamientos	2008	Costero	34 fallecidos; 12 mil damnificados	63 millones USD	Costa
Brasil	Crecidas en los ríos en el estado de Santa Catarina	Inundación	2008	Planicie de Inundación/ Montañoso	110 fallecidos; 1.462.596 damnificados	4.75 billones USD	A nivel estadual
Colombia	27 departamentos especialmente Magdalena	La Niña (2007/2008)	2008	Montañoso/ Planicie de Inundación	1.1 millones de damnificados	142 millones USD	A nivel nacional
Brasil	Alagoas y Pernambuco, ciudades en situación de calamidad Pública o Situación de Emergencia	Inundaciones repentinas	2010	Planicie de Inundación	20 fallecidos; 740 mil damnificados	150 millones USD	Río Largo, Mandaú, Una, Canhoto, Piranji, Sirinhaem
Colombia	Departamento de Atlántico	Inundación. Rompimiento Canal del Dique. Asociado a ola invernal	2010	Planicie de Inundación	102 mil damnificados	N/R	Aguas del río Magdalena
Colombia	Mojana	La Niña, rompimiento de Dique de Control	2010	Planicie de Inundación	35 mil damnificados	48 mil millones USD	Río Cauca, San Jorge y Magdalena
Brasil	Rio de Janeiro	Deslizamientos	2011	Montañoso	917 fallecidos; 304.562 afectados	800 millones USD	Región de sierra de Rio de Janeiro
Colombia	29 departamentos, especialmente Chocó, Magdalena, Bolívar, Cauca y Cesar	La Niña (2010/2011); Inundaciones y deslizamientos	2011	Montañoso/ Planicie de Inundación	3.6 millones de damnificados	6052 millones USD	A nivel nacional
Perú	Departamento de Loreto	Inundación	2012	Planicie de inundación, ambiente amazónico	5 fallecidos; 19.200 familias damnificadas; 26 mil Ha Cultivos; 50 centro de salud; 500 centros educativos	N/R	Río Amazonas, Itaya, Nanay
Argentina	La Plata, Buenos Aires, Gran Buenos Aires	Inundación	2013	Planicie de Inundación	101 fallecidos; 350 mil damnificados	1000 millones de USD	Cuenca hidrográfica del río La Plata
Perú	Lurigancho; Chosica	Flujos de detritos	2015	Montañoso	2.126 viviendas; 2 puestos de salud; 18 instituciones; 2.7 km vías afectadas	13 millones USD	Quebrada Casorio y Libertad
Colombia	Municipio Salgar	Deslizamiento	2015	Montañoso	104 fallecidos	N/R	Quebrada Libariana
Colombia	Región de la Costa Caribe	Huracán Matthew - Inundaciones	2016	Costero	1 fallecido; Daños estructurales	N/R	Costa Caribe

(continúa)

País	Lugar	Evento/ Descripción	Año	Tipo de Ambiente	Impactos	Costos Asociados*	Atributo natural
Perú	Departamentos del Litoral Peruano	El Niño Costero	2017	Costero	162 fallecidos; 285.955 damnificados	3124 millones USD	Costa, Ríos Chillón, Huaycoloro, Rimac y Lurin
Colombia	Mocoa, Putumayo; 17 barrios, 5 barrios desaparecidos	Flujos de detritos	2017	Montañoso	300 fallecidos; 1.000 damnificados	18.6 millones USD	Ríos Mocoa, Mulato, Sancoyaco

Tabla 3. Eventos ocurridos en Sur América reportados por los participantes del curso en el periodo 1967-2017
Fuente: Autores, 2021.

En la región de América Latina y el Caribe anualmente se presentan eventos catastróficos relacionados a inundaciones, huracanes, tormentas, terremotos, sequías, incendios y eventos volcánicos. Desde el año 2000, 152 millones de latinoamericanos y caribeños han sido afectados por 1205 desastres (ONU, 2020), entre los cuales los desastres relacionados a la dinámica del agua son recurrentes. Aunque son muchos los ejemplos de desastres que la sociedad latinoamericana ha sufrido al transcurrir del tiempo, según la información brindada por los participantes y su percepción sobre los eventos más relevantes en el territorio latinoamericano, las inundaciones y el fenómeno de Oscilación del Sur-el Niño (ENSO), son aquellos que mayoritariamente azotan la región, causando un fuerte impacto en la economía de los países. El desastre del Río Osorio sobre la población de La Guaira en Venezuela, es uno de los casos más recordados respecto a desastres vinculados al agua en la región (América del Sur), allí fallecieron entre 7.000 y 30.000 personas debido a inundaciones y flujos de detritos causado por precipitaciones intensas (791 mm) ocurridas entre los días 14 y 16 de diciembre de 1999 (Suárez Ruiz & Pacheco Gil, 2008). Los desastres desencadenados por la acción del agua son de diversos tipos y tienen diferentes grados de afectación, lo cual dificulta la cuantificación de daños (materiales y de vidas humanas). La caracterización, gestión y prevención del riesgo se toma entonces una tarea desafiante, ya que los eventos hidrológicos extremos varían según las características del entorno en el que se desenvuelven.

La gestión antes, durante y después de este tipo de eventos es fundamental para evitar daños y pérdidas mayores. En ese sentido, la percepción que los participantes tienen sobre la gestión de cada uno de sus países es que es insuficiente (71%), en especial para ambientes montañosos. Respecto a los desastres vinculados al agua se han reconocido algunos factores influyentes que maximizan o minimizan sus efectos. Se identifica que es necesario trabajar simultáneamente sobre el conjunto de factores social, ambiental y económico debido a que sus diferentes aspectos están entrelazados como por ejemplo la pobreza, desigualdad, acceso a educación, planificación del territorio, creación e implementación de políticas públicas, recursos económicos para inversión limitados, ubicación en áreas ambientalmente amenazantes entre otros. Lo anterior es ampliado mediante el establecimiento de un marco conceptual que delimite (Marulanda et al., 2020) donde se definen los *drivers* que aumentan la vulnerabilidad y el riesgo.

Recursos para Prevención de Desastres Vinculados al Agua

El conocimiento de los factores desencadenantes de eventos extremos es esencial para el entendimiento en la prevención de desastres. Por lo tanto, instituciones a nivel nacional generalmente se encargan de registrar, almacenar y administrar los datos referentes a desastres relacionados al agua, como es el caso de las instituciones mencionadas en la Tabla 4. La información manejada por estas instituciones generalmente está disponible para acceso del público, aunque, el proceso de obtención de los datos no es ampliamente conocido.

Tratándose de desastres ligados al agua, es de interés conocer las fuentes de información que proveen recursos para analizar el comportamiento de las precipitaciones, así como de los caudales transportados en los ríos. En la gestión y prevención de desastres hidrológicos extremos, las estaciones hidrometeorológicas son de gran relevancia, porque a partir de ellas, se obtienen datos que permiten entender y representar la dinámica de los procesos hidrológicos y hasta crear escenarios que aplicados a sistemas de alerta temprana y su respectiva gestión pueden salvar vidas. Países como Brasil, Colombia y Perú, tienen claramente establecidos los organismos que administran y permiten el acceso del público a datos hidrológicos en territorio nacional (ver

Tabla 5). Por su parte, los participantes argentinos reportan redes de monitoreo direccionadas a cuencas en específico (río Pilcomayo, río de La Plata y río Bermejo), siendo varias de estas cuencas transfronterizas. No obstante, en Argentina se está implementando el Sistema Nacional de Información Hídrica, que cuenta con información de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica y la Red de monitoreo Iberá. La información obtenida de Bolivia fue escasa, por lo cual se indagó y se identificó que hay un gran esfuerzo por monitorear la dinámica de los glaciares y embalses. Actualmente, se desarrolla un trabajo conjunto con el Instituto Frances de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación – ORSTOM para el monitoreo de glaciares tropicales, y se está implementando el “Sistema de monitoreo hidrometeorológico de embalses – SIMHEB.

País	Institución
Argentina	Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo - SINAGIR
	Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica
	Protección Civil
Brasil	Sistema integrado de informaciones sobre desastres – S2ID
	Centro Nacional de Monitoreo y Alerta de Desastre Naturales - CEMADEN
	Servicio Geológico do Brasil - CPRM
	Protección y Defensa Civil
Bolivia	Viceministerio de Defensa Civil - VIDECCI
Colombia	Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres - UNGRD (SNGRD)
	Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
	Servicio Geológico Colombiano (movimientos de masa) - SGC
Ecuador	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias - SNGRE
Perú	Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI
	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI
	Centro Nac. de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED

Tabla 4. Instituciones que administran la información referente a desastres
Fuente: Autores, 2021.

País	Institución
Argentina	Sistema Nacional de Información Hídrica
Brasil	Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento Básico - ANA
	Centro Nacional de Monitoreo y Alerta de Desastre Naturales - CEMADEN
	Servicio Geológico de Brasil - CPRM
	Organismos estatales
Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
	Corporaciones Autónomas Regionales - CAR's
	Entidades privadas (ej. FEDECAFE)
Ecuador	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI
Perú	Autoridad Nacional del Agua - ANA
	Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología - SENAMHI
	Entidades privadas (ej. Sector Energía)

Tabla 5. Instituciones que administran información hidrológica
Fuente: Autores, 2021.

Si bien, en la mayoría de los casos existen entidades visibles que tienen como objetivo institucional levantar y administrar datos relacionados a desastres vinculados al agua como información hidrometeorológica, existen algunas falencias a nivel internacional respecto a este proceso de obtención de datos como lo son la disponibilidad, calidad y tiempo de gestión. Además, para la gestión y prevención de este tipo de desastres se requiere de mayor información en relación a datos censitarios, topográficos, reológicos entre otros, que dado su especificidad y/o metodología de levantamiento y gestión son difíciles de obtener.

Sociedades Vulnerables en Busca de la Resiliencia

Los participantes del curso reportan que sienten falta de preparación de sus países respecto al cómo lidiar con los potenciales desastres a los cuales se sabe que son susceptibles, lo cual deja al descubierto cuán vulnerable puede llegar a ser Latinoamérica. La vulnerabilidad es una condición que acompaña a las sociedades y se transforma al ritmo en que estas la dirigen. A pesar de que el término de vulnerabilidad es amplio e incluye varios otros factores (ambientales, sociales, económicos) y con ello no se reconoce fácilmente, la vulnerabilidad se hace notable cuando los peligros interactúan con las diferentes esferas de la vulnerabilidad desencadenando el desastre (Birkmann et al, 2017). Entre los factores que se tienen como referencia para la evaluación de la vulnerabilidad en los países participantes del curso de capacitación se encuentran los índices reconocidos por el Banco Interamericano de Desarrollo (Cardona, 2005) tales como déficit por desastre (IDD), desastre local (IDL), vulnerabilidad prevalente (IVP). No obstante, en las respuestas de los participantes se evidenció poca claridad respecto a especificar factores, muchos de ellos reportaron aspectos genéricos del tipo social, económico y ambiental. Entre otras respuestas registradas se hace alusión a la pobreza, estado de infraestructuras, usos del suelo, exposición, fragilidad y resiliencia.

De este modo, se observa que no existe una metodología exclusiva ni bien establecida para la evaluación de la vulnerabilidad asociada a los desastres aquí analizados, a pesar de que estos países cuenten con productos asociados al tema como Atlas Nacionales de Vulnerabilidad. Algunos de los participantes reportaron que en sus países existen guías para la elaboración de mapas de riesgo (Argentina), mapas de riesgo comunitario (Perú) y mapas de amenaza a inundación (Colombia), sin embargo, el riesgo al cual se refieren generalmente es debido a inundación, desconsiderando los eventos de movimientos de masa húmedos y el componente social de vulnerabilidad. Algunas de las técnicas reportadas por los participantes que resuelven parcialmente la evaluación de la vulnerabilidad fueron técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), Metodología Corine Land Cover (Ardila y Garcia, 2010) para determinar coberturas de suelo y Análisis jerárquico de Tomas Saaty (Saaty, 2008) para decisiones multicriterio con variables cualitativas.

Conectarnos Nos Hace Fuertes. Red Latinoamericana de Desastres Relacionados al Agua – LADERA

Los límites fronterizos son impuestos por las directrices políticas de cada uno de los países, sin embargo, la naturaleza y consigo los fenómenos de esta desconocen dichas fronteras. La dinámica de los sistemas humanos actuales debe ser pensada con miras hacia el futuro, sin ignorar los hechos históricos catastróficos causados por los fenómenos naturales extremos. De esta manera, el establecimiento de una red Latinoamericana de Desastres Relacionados al Agua (LADERA), fue creada con el objetivo de aunar esfuerzos y, poder compartir y discutir informaciones a nivel internacional que permitan la reducción y prevención de desastres, desde el análisis de estudios de caso, metodologías y políticas públicas exitosas o no en Latinoamérica. Actualmente, la red cuenta con 37 miembros de diferentes países y su acceso está disponible mediante la dirección <https://groups.google.com/g/red-ladera>.

CONCLUSIONES

Mediante un curso de capacitación online con duración de 4 días en el 2020 durante la pandemia, se identificaron similitudes, diferencias y oportunidades de mejora en países como Colombia, Perú, Brasil, Ecuador, Argentina y Bolivia a partir de información obtenida por los participantes.

Dentro del contexto del desarrollo del curso se extrajo información que, si bien permite vislumbrar características relevantes de la gestión del riesgo en los países ya mencionados, no puede ser extrapolable como fiel copia a toda la realidad sur americana. Entre las limitantes se destaca el número de participantes y el fuerte carácter subjetivo de la información extraída. Mientras tanto, la información ha sido obtenida de profesionales actuantes en la gestión de desastres de diversas instituciones suramericanas, así que aportaron valiosa información al trabajo, permitiendo la identificación de similitudes, diferencias y oportunidades de mejora en la conceptualización de los desastres. La gestión, reducción y prevención del riesgo a desastres posee diferentes componentes por lo cual su estudio resulta ser extenso. Se identificó que actualmente son poco explorados los escenarios de la ocurrencia en simultaneo de múltiples desastres, y se reconoce la falta de profundizar estudios en el componente social.

En los países sur americanos, así como en el resto del mundo la diversidad de clasificación de los desastres dificulta el proceso de su respectiva evaluación, haciendo un llamado a la unificación de términos y metodologías aplicadas en la actualidad. Las políticas públicas hacen parte de dicho llamado a ser integrado entre sí, como es el caso de las políticas públicas de manejo de recursos hídricos y de manejo y prevención del riesgo.

Aunque se reconocen los desastres relacionados al agua como eventos cotidianos en la vida de los suramericanos, el conocimiento impartido en la línea de gestión del riesgo parece ser un asunto para público universitario y en edad laboral. La sociedad no considera que desde la primera infancia se podrían adoptar comportamientos para reducir el riesgo a desastres que difícilmente se desarraigaran a lo largo de la vida, de modo que la educación en gestión del riesgo debería ser dirigida a esta población.

Los desastres que se vinculan al agua en América Latina y el Caribe están estrechamente relacionados con el fenómeno climático ENSO y causan año tras año pérdidas millonarias que descompensan la economía de los países, aumentando la brecha de pobreza y desigualdad. La situación en estas sociedades requiere de una mayor inversión y mejora de aspectos que modifican la vulnerabilidad de las comunidades frente a amenazas naturales.

También se identificó la necesidad de realizar una mayor difusión de conocimientos respecto a la prevención y mitigación de desastres. Uno de los puntos centrales para generar conocimientos y desarrollar estudios en esta área es el levantamiento de información en escalas adecuadas. Si bien en cada país existen instituciones que obtienen, administran y almacenan datos de tipo hidrológico y de desastres, la información en ocasiones no está disponible para la comunidad. En algunos casos se desconoce el procedimiento para acceder a los datos y el nivel de calidad de estos.

La identificación de zonas de amenaza depende de la aplicación de ciencias exactas y generalmente es auxiliada por modelos numéricos que permiten tener una mayor percepción del potencial de un evento. No obstante, la evaluación de la vulnerabilidad en las sociedades sur americanas está en desventaja ya que la metodología de su evaluación y los criterios de análisis no se encuentran unificados. Debido a que la vulnerabilidad se compone de varias esferas (ambiental, social, económica, etc.) son infinitas las variables a ser consideradas.

Se debe seguir trabajando paralelamente en todas las componentes que conforman la gestión, prevención y mitigación del riesgo para lo cual se debe apostar en la difusión de conocimientos mediante conferencias, cursos de capacitación, conformación de redes y desarrollo de estudios que incluyan la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos enormemente a los asistentes del curso de capacitación que contribuyeron para su realización con sus valiosas experiencias. También agradecemos a todos miembros del GPDEN por todo apoyo y discusiones científicas. Este estudio ha sido financiado por la convocatoria CAPES/ANA nº16/2017 (Código de Financiamiento 001).

REFERENCIAS

- Ardila, N.J.M., & García, U.G.M. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia: Escala 1: 100.000*. IDEAM.
- Ball, N. (1975). The myth of natural disasters. *The Ecologist*, 5(10), 368-369.
- Birkmann J., Sorg L., Welle T. (2017). Disaster Vulnerability. In: Pompella M., Scordis N. (eds) *The Palgrave Handbook of Unconventional Risk Transfer*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59297-8_11
- Cardona, O.D. (2005). *Indicators of Disaster Risk and Risk Management Title: Indicadores de riesgo de desastre y de gestión de riesgo (No. 80377)*. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Indicadores-de-riesgo-de-desastre-y-de-gesti%C3%B3n-de-riesgo.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2018). *Pobreza monetaria por departamentos en Colombia Año 2018*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/139-espanol/noticias/ultimas-noticias/2043-pobreza-monetaria-por-departamentos>

- Dulac, V.F., & Kobiyama, M. (2017). Interfaces entre políticas relacionadas a estratégias para redução de riscos de desastres: recursos hídricos, proteção e defesa civil e saneamento. *REGA: Revista de gestão del agua de América Latina*, 14, e10. <https://doi.org/10.21168/rega.v14e10>
- General Assembly of the United Nations, GA-UN. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. UN Division for Sustainable Development Goals.
- Gill, J.C., & Malamud, B.D. (2017). Anthropogenic processes, natural hazards, and interactions in a multi-hazard framework. *Earth-Science Reviews*, 166, 246-269. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.01.002>
- Gould, K.A., M.M. Garcia & J.A.C. Remes. (2016). Beyond “natural-disasters-are-not-natural”: The work of state and nature after the 2010 earthquake in Chile. *Journal of Political Ecology*, 23(1), 93-114. <https://doi.org/10.2458/v23i1.20181>
- Kobiyama, M., Monteiro, L.R., & Michel, G.P. (2009). *Aprender hidrologia para prevenção de desastres naturais*. UFSC/CTC/ENS/LabHidro. <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/aprenderhidro.pdf>
- Kobiyama, M., Goerl, R.F., Fan, F.M., Corseuil, C.W., Michel, G.P., & Dulac, V.F. (2018). Abordagem integrada para gerenciamento de desastre em região montanhosa com ênfase no fluxo de detritos. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 7, 31-65. <https://doi.org/10.19177/RGSA.v7e0201831-65>
- Kobiyama, M., Mendonça, M., Moreno, D.A., Marcelino, I.P.V.O., Marcelino, E.V., Gonçalves, E.D., Brazetti, L.L.P., Goerl, R.F., Moller, G.S.F., & Rudorff, F.M (2006). *Prevenção de desastres naturais – Conceito básicos* (Vol. 1). Ed. Organic Trading. [http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Livro%20\(Prevencao%20de%20Desastres%20Naturais\).pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Livro%20(Prevencao%20de%20Desastres%20Naturais).pdf)
- Marulanda, M-C., Cardona, O., Marulanda, P., Carreño, M., & Barbat, A. (2020). Evaluating risk from a holistic perspective to improve resilience: The United Nations evaluation at global level. *Safety Science*, 127, 104739. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104739>
- Monte, M.E.O., Goldenfum, J.A., Michel, G.P., & Cavalcanti, J.R.A. (2020). Terminology of natural hazards and disasters: A review and the case of Brazil. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 52, 101970. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101970>
- Muñoz, V., Carby, B., Castellanos Abella E., Cardona, O., López-Marrero T., Marchezini V., Meyreles, L., Olivato, D., Trajber, R., & Wisner, B. (2020). Success, innovation and challenge: School safety and disaster education in South America and the Caribbean. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44, 101395. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101395>
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (2020). *América Latina y el Caribe: la segunda región más propensa a los desastres*. Cambio Climático y Medio Ambiente. ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501>
- Paixão, M.A., Fan, F.M., Zambrano, F.C., Michel, G.P., & Kobiyama, M. (2018). Lições sobre o gerenciamento de desastres hidrológicos obtidas a partir da ocorrência em Rolante/RS. *Revista de gestão & sustentabilidade ambiental*. Palhoça, 7, 251-267. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e02018251-267>
- Paixão, M.A., González Avila, I., Zambrano, F.C., Ramos, J., & Kobiyama, M. (2020). *Zonificación de áreas de riesgo para la prevención de desastres hidrológicos con énfasis en modelación hidrogeomorfológica* (5ª edición). UFRGS/IPH/GPDEN. <https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/wp-content/uploads/2020/10/Paixao-et-al-2020-Zonificacion-de-Areas-de-Riesgo.pdf>
- Parham, M., Teeuw, R., Solana, C., & Day, S. (2021). Quantifying the impact of educational methods for disaster risk reduction: A longitudinal study assessing the impact of teaching methods on student hazard perceptions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 52, 101978. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101978>
- Reis, J.T., Kobiyama, M., Zambrano, F.C., & Michel, G.P. (2016). Correlação das variáveis para mapeamento de vulnerabilidade aos desastres hidrológicos no Arroio Forromeco-RS. *Ciência e Natura*, 38(3), 1361-1371. <https://doi.org/10.5902/2179460X19989>
- Saaty, T.L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, 102(2), 251-318. <https://rac.es/ficheros/doc/00576.pdf>
- Sorg, L., Medina, N., Feldmeyer, D. et al. (2018). Capturing the multifaceted phenomena of socioeconomic vulnerability. *Nat Hazards* 92, 257-282. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3207-1>

- Suárez Ruiz C.A. & Pacheco Gil H.A. (2008). El desastre de Vargas de 1999: Interpretación Geográfica y percepciones populares. *Revista de Investigación*, 32(63), 87-102. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140378004.pdf>
- U.N. Office for the Coordination of Humanitarian Affairs of the United Nations OCHA (2020). *Colombia: Afectaciones por emergencias de la temporada de lluvias - Informe de Situación No. 2 (24/11/2020), Actualización N° 5*. OCHA. <https://reliefweb.int/report/colombia/colombia-afectaciones-por-emergencias-de-la-temporada-de-lluvias-informe-de-situaci>
- United Nations Development Programme UNDP. (2004). *Bureau for Crisis Prevention. Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development-a Global Report*. United Nations.
- Vaughter, P. (2016). Unmaking Disasters: Education as a Tool for Disaster Response and Disaster Risk Reduction. *PolicyBrief*, 6, 1-4. <https://collections.unu.edu/eserv/UNU:5705/PB6.pdf>
- Wongchuig, C.S., Paiva, R.C.D.; Espinoza, J.C., & Collischonn, W. (2017). Multi-decadal Hydrological Retrospective: Case study of Amazon floods and droughts. *Journal of Hydrology*, 549, 667-684. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.04.019>
- Zambrano, F.C., Kobiyama, M., Paixão, M.A., Guevara, J.A.L., & Arturo, B.E.N. (2018). Gestão de risco de desastres naturais na Colômbia: estudo de caso, desastre hidrológico no município de Mocoa-Putumayo. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 7, 135-151. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e02018135-151>
- Zorn, M. (2018). Natural Disasters and Less Developed Countries. In: Pelc S., Koderman M. (eds) *Nature, Tourism and Ethnicity as Drivers of (De)Marginalization. Perspectives on Geographical Marginality* (Vol. 3). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59002-8_4