

RIESGO DE DESASTRE Y CAMBIO CLIMÁTICO: UN BREVE ANÁLISIS A PARTIR DEL ESTUDIO DE CASO DE GALINHOS, BRASIL

Lutiane Queiroz de Almeida ^{1,2*}, Mariana Raissa Paula da Silva Costa ³, Ana Paula Rodrigues Feitosa Frazão ³, Anderson Gondim de Freitas ³, Eduardo Azevedo de Souza ⁴, Jhonathan Lima de Souza ⁵, Lucíola Silva de Matos ³, Pedro Henrique da Silva Juvenal ³, Jeferson Gomes Da Silva ³ y Thiago Santoro Baptista Tirelo ³

1. Departamento de Geografia (DGE), Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil.

2. Centro de Investigación sobre Desastres (NUPED), Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil.

3. Investigador/a independiente, Natal, Brasil.

4. Secretaría de Medio Ambiente y Urbanismo, São Gonçalo do Amarante - RN, Brasil.

5. Programa de Postgrado e Investigación en Geografía, Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas - SP, Brasil.

*Autor de correspondencia: lutianealmeida@hotmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.127>

RECIBIDO

14 de octubre de 2022

ACEPTADO

27 de febrero de 2023

PUBLICADO

1 de julio de 2023

Formato cita

Recomendada (APA):

Queiroz de Almeida, L., da Silva Costa, M.R.P., Rodrigues Feitosa Frazão, A.P., Gondim de Freitas, A., Azevedo de Souza, E., Lima de Souza, J., Silva de Matos, L., da Silva Juvenal, P.H., Gomes da Silva, J. & Baptista Tirelo, T.S. (2023). Riesgo de desastre y cambio climático: Un breve análisis a partir del estudio de caso de Galinhos, Brasil. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 111-125. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.127>

RESUMEN

El objetivo del artículo es evaluar el riesgo, la vulnerabilidad y la exposición a desastres de la sede municipal de Galinhos, provincia de Rio Grande do Norte, Brasil. La investigación se desarrolló en 3 etapas: revisión bibliográfica y definición de la metodología utilizada; visita técnica de campo; y actividades de recopilación de datos posteriores al campo. Se identificó que en la sede de Galinhos existen sectores con riesgo al avance del nivel del mar y poblaciones en contexto de vulnerabilidad. Como resultado, cuatro sectores fueron considerados críticos y demandan mayor atención por parte de la gestión, así como la implementación de infraestructuras que brinden apoyo preventivo.

PALABRAS CLAVES

Riesgo; Aumento del nivel del mar; Vulnerabilidad socioambiental; Galinhos (RN); Brasil

DISASTER RISK AND CLIMATE CHANGE: A BRIEF ANALYSIS FROM THE CASE STUDY OF GALINHOS, BRAZIL

ABSTRACT

The article evaluates the risk of Galinhos-RN from vulnerability and exposure variables. The research developed in 3 stages: bibliographic review and definition of the methodology; technical field visit; and post-field data compilation activities. The study identified that in Galinhos there are sectors with high disaster risk to sea level rise, especially affecting populations in a context of vulnerability. As a result, four sectors were considered critical and demand greater attention from management authorities, as well as the implementation of infrastructures that could provide preventive support.

KEYWORDS

Risk; Sea level rising; Socio-environmental vulnerability; Galinhos (RN); Brazil



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

Las variaciones en los niveles de los océanos presentan riesgos para el desarrollo de las ciudades costeras, condicionadas por problemas meteorológicos y climáticos globales. Incluso visto que estas variaciones y oscilaciones aumentan con los años, según el consenso de la comunidad científica (Shukla et al., 2019).

Pequeñas variaciones en algunas regiones costeras y cambios en la dinámica oceánica tienen sus daños reflejados en las comunidades costeras, ya sea en el segmento productivo de la pesca, el ocio en las playas, la sumersión de los ecosistemas de manglares e incluso la destrucción de escolleras y proyectos, muchos en las regiones de playa, debido a la promoción de la actividad turística.

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), en los últimos años el nivel del mar ha aumentado en un orden de 1,8 mm por año. Esta tendencia puede comprometer el mantenimiento de grandes poblaciones que habitan en las zonas costeras, como es el caso de la zona de estudio de esta investigación. Al mismo tiempo, es fundamental que la restauración o protección de los ecosistemas costeros sea considerada por los gestores públicos y actores privados, una importante acción de adaptación con múltiples beneficios. Esta restauración/preservación reduce la erosión costera y protege contra las marejadas ciclónicas y, de otro modo, mitiga los impactos del aumento del nivel del mar y las condiciones climáticas extremas a lo largo de la costa. La restauración del flujo de las mareas en los humedales costeros inhibe las emisiones de metano que se producen en el agua dulce y salobre. Los proyectos de restauración de hábitats costeros también pueden proporcionar importantes beneficios sociales en forma de creación de empleo (a través de oportunidades de turismo y recreación), así como beneficios ecológicos a través de la preservación del hábitat (Pörtner et al., 2022).

Es en este contexto que surge la preocupación con las ciudades ubicadas en zonas costeras, donde vive el 10% de la población mundial, según el IPCC (2007), alrededor de 42 millones de personas (Kalil, 1999).

En el contexto brasileño, la mayoría de los 5.570 municipios tienen menos de 100.000 habitantes. Pero, en ese contingente municipal entre varias regiones metropolitanas que suman millones de habitantes, se destacan las 10 ciudades más grandes de Brasil, y 5 de ellas están ubicadas en la costa o influenciadas por el océano (PBMC, 2016).

A pesar de esta realidad mundial, existen numerosas playas que padecen este problema, como: Sagi, Baía Formosa, Barra do Cunhaú, Touros y Camapum. Los más afectados fueron Caiçara do Norte, Galinhos y Ponta Negra. Debido a la alta variación del mar en el litoral de la provincia de Rio Grande do Norte (RN), en la playa de Barra de Cunhaú, se registró un avance de 200 m del mar hacia el continente en 60 días, esto según información de la Protección Civil de RN (Portal no Minuto, 2019).

Debido a los informes de aumento del nivel del mar por parte de la población local, la prensa y la ausencia de estudios en esa perspectiva, el área de estudio elegida en este trabajo fue la sede municipal del municipio de Galinhos (RN), que se muestra en la Figura 1.

Fundado en 1963, el municipio de Galinhos (RN) era un distrito del municipio de São Bento do Norte/RN, según IDEMA (2008). El municipio está ubicado en la costa norte de Potiguar, en la microrregión de Macau, a unos 170 km de la capital de Potiguar. Los principales accesos al municipio son por la BR 406 y la RN 402, según Rocha (2019). Para el censo demográfico del IBGE en 2010, el municipio tenía cerca de 2.159 habitantes, para el año 2018 la agencia registró una estimación de 2.726 habitantes (IBGE, 2018).

Según Rocha (2019), Galinhos (RN) tiene características en su territorio, que el autor denomina condiciones ambientales que favorecen el uso multivariado de porciones de territorio del municipio, lo que se observa en las instalaciones de parques eólicos, salinas y acuicultura en zonas estuarinas.

Así, el objetivo de esta investigación es evaluar el riesgo de la sede municipal de Galinhos (RN) a partir de la vulnerabilidad social y exposición ambiental, discutiendo los resultados frente a este problema del avance del nivel del mar en Galinhos (RN), con el fin de conocer la capacidad que tiene esta población para enfrentar y adaptarse a estas condiciones, a través de teorías de riesgo agragando las cuestiones ambientales que son intrínsecas a la realidad local.

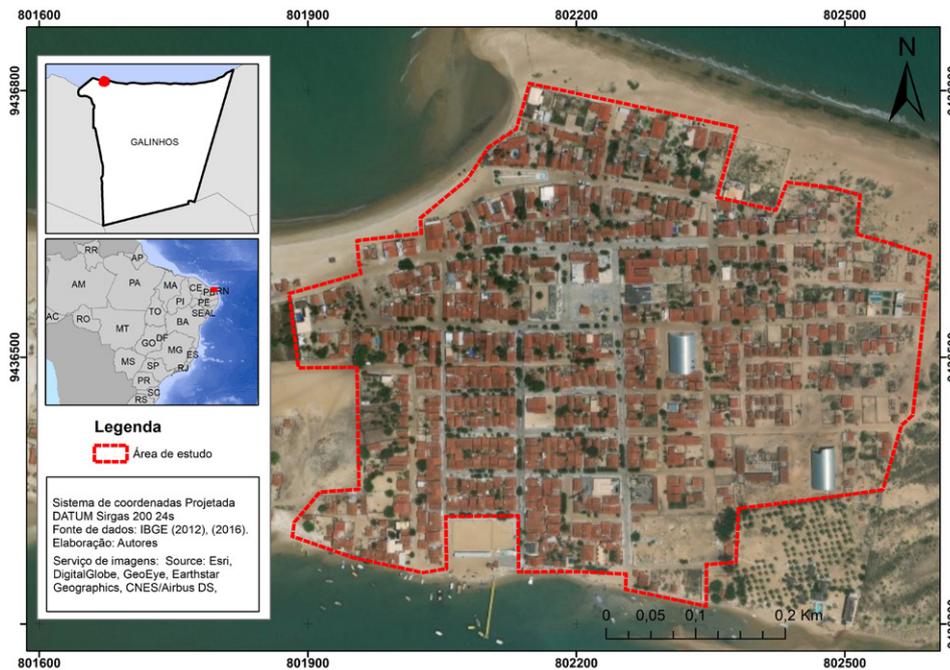


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Fuente: Autores, 2019.

La elección de la sede municipal del municipio de Galinhos se justifica por el hecho de que el área está ubicada en un espolón arenoso, un ecosistema naturalmente frágil y expuesto a las diversas dinámicas costeras y climáticas de la costa norte de Rio Grande do Norte (LIMA, 2004), bajo fuerte influencia de intensas actividades económicas (Petróliero de Guamaré, producción de sal, camaricultura, producción de energía eólica) lo que impone un alto nivel de exposición de la población que habita esta zona.

FUNDAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN:

La importancia de los indicadores para medir la vulnerabilidad

Los estudios de riesgos en ciencias geográficas son tratados como los más completos, porque tratan de integrar y hacer la relación entre las condiciones naturales y sociales. Para ello, Silva (2013) refiere que esta relación de estudios de riesgo a partir de la fusión de aspectos socioambientales tiene al territorio como escenario de estos eventos. Aún para el autor, un determinado evento que trae perjuicios socioambientales y económicos es producto de la superposición de factores naturales y sociales, debido a la transformación del territorio.

Este estudio discutirá sus resultados desde las perspectivas de riesgo, peligro y vulnerabilidad, siendo este último concepto integrado por los conceptos de susceptibilidad, capacidad de afrontamiento y adaptabilidad de la población del área de estudio en cuestión

El concepto de riesgo discutido aquí es propuesto por la profesora Yvette Veyret (2007), quien presenta el concepto como un peligro potencial probable, cuando se percibe que ese peligro traerá daño a los expuestos. Aún así, para Veyret (2007) refiere que el riesgo es una función dada por R (el riesgo) = P (peligro, agente causante del daño) \times V (vulnerabilidad, capacidad de las personas hacer frente al agente causante del daño). También se destaca el peligro como aquel proceso que posiblemente cause daño a una serie de individuos (Almeida, 2010).

Siguiendo la idea de Oliveira (2018), esta investigación considera el análisis de riesgo integrado utilizando la exposición de la sede de Galinhos (RN), el problema del aumento del nivel del mar y la vulnerabilidad de la población, aquí abordada a través de la susceptibilidad del municipio de la sede, la capacidad de hacer frente a la subida del nivel del mar y cómo esta población se adaptaría a este evento.

Para realizar los análisis, se utilizaron indicadores que orientan la evaluación de la realidad del lugar. Así, Oliveira (2018) señala la importancia de esta inseparabilidad en la evaluación de indicadores.

Con base en la concepción de Birkmann (2006), a pesar de la producción de indicadores y su medición, vale la pena mencionar algunos puntos que sirven de base para su producción: la calidad para el desarrollo de un indicador; la relación entre los indicadores; los objetivos y datos; y las diferentes etapas del desarrollo de indicadores. Aún para el autor, en el relevamiento de indicadores de vulnerabilidad, esta viene dada por una variable, caracterizándose como una síntesis de la realidad, brindando así información sobre susceptibilidad, respuesta y convivencia (adaptación) ante un evento dado.

Por lo tanto, la susceptibilidad se refiere a las condiciones de las comunidades expuestas u otros elementos expuestos que las hacen más propensas a sufrir daños y verse afectadas negativamente por una amenaza natural o por el cambio climático (Welle y Birkmann, 2015).

La susceptibilidad (en la gestión del riesgo de desastres) o sensibilidad (en la adaptación al cambio climático) es la predisposición física del ser humano, su infraestructura y su entorno a ser afectados por un fenómeno peligroso por falta de resistencia y predisposición de la sociedad y los ecosistemas y que pueden sufrir daños como consecuencia de condiciones intrínsecas, lo que hace plausible que tales sistemas una vez impactados colapsen o sufran daños mayores debido a la influencia de un evento peligroso (Cardona et al., 2021).

Para evaluar el riesgo de desastres, el Índice Mundial de Riesgo analiza la exposición y la vulnerabilidad en función de tres componentes: susceptibilidad, capacidad de respuesta y capacidad de adaptación. Según el Informe Mundial de Riesgos (2021), la susceptibilidad se entiende como la disposición a sufrir daños ante eventos naturales y se refiere a características estructurales de la sociedad.

Además, la capacidad de respuesta y la adaptabilidad son las capacidades de respuesta de la sociedad ante los peligros naturales, y una amplia discusión de estos dos términos se ha resumido y publicado en el Capítulo 2 del informe IPCC-SREX (Cardona et al., 2021). Tanto la capacidad de respuesta como la adaptabilidad se refieren a características positivas del sistema que pueden reducir el riesgo que representa un peligro determinado. Mientras que la respuesta generalmente se considera una acción ex post (posdesastre y de corto plazo), la adaptación se asocia con acciones ex ante (previas al desastre y de mediano plazo) (Cardona et al., 2012).

Galinhos (RN) en el contexto del aumento del nivel del mar

Después de las cumbres de Estocolmo, Río 97 y Río + 20, los paneles globales que debaten sobre el clima comenzaron a prestar más atención al debate climático asociado al aumento del nivel de los océanos. Cabe mencionar que Faria (2002) señala que existen otras causas para el aumento del nivel de los océanos, como la tectónica de placas y los cambios naturales en la temperatura de los océanos.

El aumento del nivel del mar está directamente relacionado con la temperatura del planeta. Esto se debe a la agenda del calentamiento global y el efecto invernadero que provocan un aumento de la temperatura del globo, provocando el derretimiento de los glaciares, y provocando así este fenómeno. Aún para el autor, los niveles de los océanos pueden variar entre 30 cm y 2 m para 2025, lo que representa un peligro para las ciudades costeras, como Galinhos (RN).

Según el IPCC (2013), alrededor del 70 % de las regiones costeras del mundo sufrirán un aumento del nivel del mar en aproximadamente un 20 %. Para Faria (2002), el mar aún no ha avanzado completamente en Brasil como se esperaba. Hay una limitación de datos en Brasil debido a la ausencia de mareógrafos en toda la costa. Sin embargo, el autor trabaja con escenarios preliminares basados en el IPCC para los próximos 100 años, como se muestra en la Tabla 1 a continuación.

Fluctuación del nivel del océano	Efectos en la zona costera
Optimista: 30cm	Optimista: 60 m ou 0,6 m / año
Realista: 60cm	Realista: 120 m ou 1,2 m / año
Pesimista: 94cm	Pesimista: 200 m ou 2 m / año

Tabla 1. Escenarios de aumento del nivel del mar y sus efectos
Fuente: Autores, 2023, en base a Faria (2002).

Entonces, aún para el autor, se señala que, si el nivel del mar sube 60 cm en los próximos 100 años, las ciudades costeras podrían inundarse. Continúa el autor, en la región del litoral nororiental es posible constatar la transgresión marina, esta se denota a través de acantilados, los cuales retroceden por la constante erosión, estos casos se pueden evidenciar en las playas de Pipa/RN; Ponta Grossa/CE; Carro Quebrado/AL y Tambaba/PB.

Como lo evidencia Trabanco et al., (2001), la ciudad de Caiçara do Norte, en el interior del estado de Potiguar, tuvo el aumento del nivel del mar de 50 m dentro de su territorio en los últimos 10 años, por lo que 80 casas fueron destruidas y sus habitantes tuvieron que abandonar la ciudad.

No lejos de eso está la realidad del municipio de Galinhos (RN), que fue y es a menudo objeto de noticias locales debido al problema del aumento del nivel del mar en sus calles.

Materiales y método

La investigación fue realizada a partir de tres (3) momentos: (1) las actividades previas al trabajo de campo, en las cuales fue realizada una revisión bibliográfica sobre los conceptos abordados y la comprensión de las características del municipio de Galinhos (RN), elaboración de mapas de ubicación y sectorización de la sede municipal y la definición de la metodología para la identificación de riesgos y vulnerabilidades de la sede; (2) el trabajo de campo propiamente dicho, para realizar el levantamiento y aplicación de cuestionarios y fichas de campo; (3) y los procedimientos posteriores al campo, en los que se tabularon los datos, se prepararon los mapas finales y se analizaron los resultados.

Actividades previas al campo

En un primer momento, fue necesario realizar una revisión bibliográfica de trabajos sobre los conceptos que sustentan la investigación, riesgos, peligro y vulnerabilidad, de los autores: Veyret (2007), Almeida (2010), Birkmann (2013), Silva (2013) y Oliveira (2018). El relevamiento de estudios que presentaron metodologías para la identificación de índices de vulnerabilidad y riesgo. Y autores que detallan las características del municipio de Galinhos en relación a las condiciones físico-ambientales, tales como: IDEMA (2008) y Rocha (2019). Además de información sobre el fenómeno que afecta a las sedes municipales del IPCC (2007) el IPCC (2013).

Para identificar y medir el riesgo en la sede municipal, se consideró la metodología del Índice de Riesgo de Desastres en Brasil (índice DRIB) propuesta por Almeida, Walle y Birkmann (2016), en la que se consideran la exposición a un tipo de amenaza y la vulnerabilidad (que considera la susceptibilidad, la capacidad de afrontamiento y la capacidad de adaptación) para la medición del riesgo.

En este contexto, para operacionalizar las variables puestas en la metodología por Almeida, Walle y Birkmann (2016), dependiendo de la escala geográfica del área de estudio, optamos por adaptar la propuesta metodológica de Oliveira (2018), utilizando un cuestionario de evaluación de vulnerabilidad y base de datos, y para exposición física, adaptación de la hoja de campo de Guerra, et al. (2009).

Con base en el cuestionario de Oliveira (2018) y el de Guerra, et al. (2009) se pueden recolectar datos para los respectivos indicadores y caracterización de los índices. Las variables presentes en ambos medios de adquisición de datos se describen en la tabla 2 a continuación. Para más detalles sobre la ficha de campo para caracterizar la exposición física y el cuestionario para evaluar la vulnerabilidad, ver Oliveira (2018) y Guerra, et al. (2009).

Simultáneamente a esta construcción, también se elaboraron mapas delimitando el área a estudiar (Figura 1 presentada anteriormente) y una sectorización (Figura 2 abajo) con miras a la toma de datos en campo, ya que si tuviéramos que considerar los sectores censales propuestos por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2010) el municipio tiene sólo dos y un área de expansión. Con esto, se realizó la sectorización por parte de los autores, para aumentar el detalle de todas las variables y verificar si existe divergencia entre los resultados de los sectores, por más cercanos que estén entre sí. El criterio de división se basó en el trazado de las calles y la concentración de viviendas (y/o vacíos) y resultó en 10 subsectores.

InRisco			
Exposición	Vulnerabilidad		
Peligro	Susceptibilidad	Capacidad de respuesta	Capacidad de adaptación
1. Avance del nivel del mar A) Drenaje natural B) Liberación de escombros en o sobre las orillas del canal de marea C) Cobertura vegetal D) Impermeabilización de los márgenes E) Grado de colmatación de los cauces por sedimentos F) Impermeabilización de taludes contribuyentes G) Drenaje hacia el canal de marea H) Calidad estructural de la vivienda	1.1 Infraestructura pública A) Saneamiento básico B) Acceso al agua potable C) Estructura de la calle 1.2 Condiciones de la vivienda D) Estructura de las casas 1.3 Economía e Ingresos E) % del ingreso familiar 1.4 Nutrición y consumo de Alimentos F) % del ingreso familiar invertido	2.1 Gobierno y autoridades G) Preparar a la población para la toma de decisiones H) Percepción de corrupción en el municipio 2.2 Preparación para desastres I) Obras del ayuntamiento con intención de R.R.D J) Percepción de la población sobre la necesidad presencia de la Defensa Civil y Bomberos en el municipio K) Marco para la respuesta a desastres 2.3 Atención de la salud/servicios médicos L) Número de habitantes con limitaciones físicas 2.4 Autoprotección en caso de desastres M) Recursos a conservar en caso de desastres N) Ayuda de terceros	3.1 Educación O) Nivel de estudios de los residentes 3.2 Percepción del entorno P) Medio ambiente y ecosistema

Tabla 2. Variables del cuestionario de vulnerabilidad y del formulario de exposición

Fuente: Autores, 2023, con base en Oliveira (2018).



Figura 2. Mapa de sectorización de la sede municipal de Galinhos (RN), Brazil

Fuente: Autores, 2023.

Actividad de campo: Recopilación de datos

Para aplicar los cuestionarios de evaluación de la vulnerabilidad, inicialmente, a partir de una imagen satelital de Google Earth, se contabilizó el número de viviendas en la sede municipal, llegando a un total de 474 viviendas. En cuanto a la población residente con base en las estimaciones de población del IBGE para 2019, se estimó una población de 2.786 habitantes

para la sede municipal de Galinhos. Con base en estos datos, cada sector delimitado presentó un promedio de 47 hogares y 5 personas por hogar, resultando en una estimación de 279 personas por sector.

La recolección de datos de campo se llevó a cabo del 29 al 31 de octubre de 2019. En total se aplicaron 76 cuestionarios a la población de los 10 sectores (Figura 2), en un promedio de 8 cuestionarios distribuidos por cada sector, lo que representa una muestra de aproximadamente 16 % de los hogares presentes en la sede, lo que resultó en un nivel de confianza del 85% y un margen de error del 8%.

El cuestionario de evaluación de la vulnerabilidad presenta una estructura de preguntas en formato de opción múltiple, en el que el investigador presenta las preguntas y las opciones de respuesta a las personas encuestadas.

A partir de esta información recolectada, fue posible calcular los índices de Susceptibilidad, Capacidad de Afrontamiento, Capacidad de Adaptación y Vulnerabilidad (InV). En cuanto a la forma de caracterización de la exposición física según Guerra, et al. (2009), se aplicó un formulario en cada uno de los 10 sectores de Galinhos (RN). El formulario presenta 9 variables definidas para la caracterización de la exposición física a inundaciones costeras y aumento del nivel del mar, cada una con cinco niveles de evaluación de cada característica. El formulario respectivo aporta datos para el cálculo del Índice de Exposición (InEX) y para la medición del Índice de Riesgo (InRisco).

Post-campo

En el momento posterior al campo, se tabularon y procesaron los datos, se prepararon los mapas resultantes y se realizó el análisis posterior. Los datos de cada cuestionario se tabularon en hojas de cálculo de Excel. Para los resultados obtenidos con los cuestionarios de evaluación de la vulnerabilidad, se estandarizaron los valores de cada pregunta en un intervalo de 0 y 1 (0; 0,25; 0,50; 0,75; 1). Así, cada vez que la variable presenta un valor cercano a 0, significa que ese sector tiene bajos niveles de vulnerabilidad en relación a ese indicador, y cuanto más cercano a 1, la variable corresponde a condiciones de altos niveles de vulnerabilidad, en la evaluación basada en los criterios de Oliveira (2018), a excepción del orden inverso en cuanto a la capacidad de afrontamiento y adaptación.

Se tabularon fichas de campo para la caracterización de la exposición física en base a niveles de 0 a 5 y estandarizadas para el cálculo de riesgo y posterior representación en mapas, siguiendo la misma lógica de valores en el rango de 0 a 1 (0; 0, 25; 0,50; 0,75; 1).

La estandarización de los datos se realizó mediante la Ecuación I:

Ecuación I

$$(1 + (N - M) * (1 / (M - m)))$$

Dónde:

N = Número a normalizar

M = Número con el valor más alto en el rango seleccionado

m = Número con el valor más pequeño en el rango seleccionado.

Conociendo los pesos de cada alternativa de pregunta y de cada indicador, la ecuación para medir la vulnerabilidad social se realizó a partir de las siguientes ecuaciones (Oliveira, 2018):

Ecuación II

$$Vse = \sum p \text{ (por sector)} / NQ$$

Dónde:

Vse = Vulnerabilidad Social por sector

p = pesos

NQ = Número de cuestionarios

Ecuación III

$$IVS = \sum p \text{ (por categoría)} / 3$$

Dónde:

IVS = Índice de Vulnerabilidad Social

3 = Número de categorías de Vulnerabilidad Social

Para más detalles sobre el cálculo de indicadores, ver Oliveira (2018).

A partir de los resultados obtenidos con la aplicación de la ficha de campo para caracterizar la exposición a inundaciones costeras y el cuestionario de evaluación de vulnerabilidad, se elaboraron los siguientes mapas: susceptibilidad, capacidad de afrontamiento, adaptabilidad, vulnerabilidad, exposición y riesgo.

RESULTADOS

Índice de Vulnerabilidad Ambiental en el Municipio de Galinhos-RN

Para comprender y evaluar el riesgo inminente presente en la sede municipal de Galinhos, esta sección detallará los resultados aludiendo a uno de los aspectos que contempla el riesgo, la vulnerabilidad, a partir de la percepción de la población sobre los problemas presentados en la Tabla 2 (ya expuesta en la metodología) a través de las categorías, a saber: susceptibilidad, capacidad de trato y capacidad adaptativa. Por lo tanto, comprender qué percepción tiene la población para hacer frente y adaptarse a estas limitaciones.

Susceptibilidad

Los resultados de susceptibilidad de los habitantes de la sede municipal de Galinhos fueron obtenidos a partir de las siguientes variables: infraestructura de saneamiento, acceso a agua potable y estructura vial; condiciones de vivienda; % del ingreso familiar; nutrición y consumo de alimentos. Se logró la siguiente espacialización de la información (Figura 7A):

De la Figura 7A, es posible identificar que el sector 9 fue el único que presentó susceptibilidad en un estadio muy alto (en valor absoluto de 0,625), seguido por los sectores 7 (0,469) y 4 (0,447) en un estadio alto. Este hecho se debe a los resultados encontrados en las subcategorías de susceptibilidad. Para el sector 9, lo que más se destacó fue el acceso al agua potable, que por unanimidad, para las residencias aplicadas, provino de pozos. Al igual que en el sector 7 y el sector 4, este, además de los pozos, también presentó entrevistados que reportaron acceso a través de una fuente, poniendo este recurso a disposición de las residencias.

En la observación de campo, por lo tanto, se percibió que la sede municipal de Galinhos tiene adversidades con problemas relacionados con la infraestructura pública, principalmente el abastecimiento de agua, ejemplificado en la Figura 3 con la presencia de un pozo cerca de las residencias, patrón que se repitió a lo largo de las calles de algunos sectores de Galinhos.



Figura 3. Problemas de infraestructura y abastecimiento en Galinhos
Fuente: Autores, 2019.

Otro tema aún relacionado con la susceptibilidad a evidenciar de los sectores 9, 4 y 7 y que los hacen tan críticos, se refiere al saneamiento básico. En cuanto a esta subcategoría, en esos sectores se informó que el destino final, cuando no se dirige a fosas sépticas/negras, se descarta en el traspatio/calle. En este punto, es un factor de suma relevancia en el debate, ya que los mencionados residuos son extremadamente contaminantes al entrar en contacto con el subsuelo, del mismo modo que un vector latente de infecciones.

Capacidad de negociación y capacidad de adaptación

La capacidad de respuesta y adaptación de la sede del municipio de Galinhos, o sea, el nivel de enfrentamiento de la población al fenómeno estudiado y/o sus formas de enfrentar las consecuencias adversas, fueron evaluadas a partir de las siguientes variables: gestión del riesgo, sistemas de alerta, medidas estructurales, acciones de educación, etc.; ¿La familia/comunidad/

población cuenta con medios propios para protegerse o enfrentar problemas? ¿Hay participación en reuniones/audiencias públicas sobre temas de la comunidad? ¿Hay personas mayores, niños, discapacitados en la casa/comunidad? son puntos a destacar, ya que hay grupos específicos/prioritarios que pueden sufrir más o saber afrontar menos los eventos adversos.

A partir de los datos recolectados en el cuestionario de evaluación de la vulnerabilidad, se elaboró el mapa de capacidad de respuesta y adaptación (Figura 7B). Así, se observa que la sede municipal de Galinhos tiene sólo 1 de los 10 sectores (sector 6) con un nivel Muy Alto de capacidad de respuesta y adaptación. Cabe mencionar que en esta dimensión el nivel muy alto corresponde a una alta capacidad de respuesta de la población ante eventos nocivos.

Los demás sectores presentan problemas, siendo los sectores 4 y 7 los más críticos según la percepción de riesgo de la población. Así como, en cuanto a la autoprotección en caso de siniestro, tienen menor capacidad de trasladarse a otros hogares en casos extremos, al no contar con otro hogar o familiar que puedan acoger, así como capacitación previa, como primeros auxilios o instituidos por el poder público de evasión, por ejemplo. Por lo tanto, los sectores 4 y 7 tienen una baja capacidad de respuesta y adaptación, haciendo más vulnerable a esta población.

Durante el trabajo de campo en la sede de Galinhos, se consultó la tabla de mareas, donde se constató que se pronosticaba un evento extremo de aumento del nivel de las mareas. Así, con la ayuda de la Figura 4, es posible observar el mar en contacto con algunas viviendas ubicadas en el sector 1, y también se aprecia en las imágenes inferiores, del lado derecho, una de las consecuencias del avance del nivel del mar, sobre la sede municipal, donde se puede ver el mar llegando a la altura de las aceras, dificultando el tránsito de viviendas y restaurantes por la playa e inundando las calles de la sede.



Figura 4. Consecuencias del aumento del nivel del mar en la sede municipal de Galinhos (RN)
Fuente: Autores, 2019.

La Figura 5 trae más imágenes de este momento de avance del nivel del mar el 29 de octubre de 2019. Verificando así las condiciones de capacidad de la población para enfrentar y adaptarse al fenómeno que estaba ocurriendo. En el sitio se constató que la población busca mecanismos para convivir y superar las dificultades que les impone el evento dañino, como las viviendas más cercanas a la playa, en la medida de lo posible, la construcción de aceras para evitar que el agua invada sus viviendas (éxito o no, que varía según la intensidad del aumento de la marea), colocan sacos de arena y bloques de hormigón para evitar una erosión acentuada, como se indica en la Figura 5 a continuación. Y como respuesta al fenómeno, se espera que toda el agua que avance se infiltre en el suelo.

Índice de Vulnerabilidad Social (SVI) de la sede municipal de Galinhos

El índice de vulnerabilidad se construyó a partir de la agregación proporcional de los índices de las dimensiones susceptibilidad, capacidad de respuesta y adaptabilidad. De esta forma, los valores obtenidos en las tres dimensiones se multiplicaron por 1/3, que es el valor que guarda proporcionalmente cada dimensión en el todo, es decir, la vulnerabilidad; y luego se suman para obtener el resultado del índice de vulnerabilidad.

Los resultados obtenidos en relación a la vulnerabilidad social se pueden apreciar en la Figura 7C a continuación. Se presenta que tres sectores presentan vulnerabilidad considerada como Muy Alta, dentro de este estudio son los sectores 7, 9 y 8, considerados los que demandan mayor atención dentro de la sede municipal, dada toda la discusión realizada anteriormente. Los sectores con menor vulnerabilidad indicada fueron los sectores 6, 1 y 10.



Figura 5. Capacidad Adaptativa de la población de Galinhos
Fuente: Autores, 2019.

Además, estos sectores de mayor vulnerabilidad cuentan con una población con mayor dependencia de las acciones gubernamentales, menores ingresos, mayor número de niños, niñas y adolescentes, entre otros. Son los sectores que en su dirección nororiental cuentan con la menor cantidad de infraestructura.

El sector 07 llama la atención porque es el área de expansión de la sede, por lo que las políticas públicas son menos priorizadas y efectivas, así como la concentración de la población menos acomodada. Por otro lado, el sector 10 se destaca como más pequeño, ya que es menos densamente poblado, ya que son áreas de la sede que están en expansión. El sector 6, que se destacó con menor vulnerabilidad, se puede atribuir a las condiciones de infraestructura y económicas y de ingresos. También vale la pena mencionar que el sector 1, señalado como de baja vulnerabilidad, es un sector con pocas residencias permanentes (muchas casas de veraneo), sin embargo, está ocupado con presencia comercial.

En relación con los valores de capacidad para hacer frente, estos son generalmente altos y tienen valores de vulnerabilidad mitigados. Se destaca este hecho, pues se debe considerar cómo el cuestionario capta la percepción de los individuos, se encontró que en el lugar algunos vecinos ya han naturalizado situaciones y la falta de gestión dentro de la gobernabilidad o incluso las ven como satisfactorias en sus áreas.

Índice de Exposición Física (InEx) en la Sede Municipal de Galinhos-RN

A partir de la aplicación de fichas de campo para caracterizar la exposición física y con base en la observación de las condiciones físicas de la infraestructura urbana y de los estándares de construcción de las viviendas en la sede municipal de Galinhos, buscando identificar los factores de exposición físico/ambiental, para medir el Índice de Exposición Física (InEx) de la sede, se cubrió cada sector durante los tres días de realización de la actividad de recolección de datos en campo.

Como resultado de la exposición (Figura 7D) se obtuvo un total de 4 sectores, caracterizados como exposición alta y muy alta, siendo los sectores 1 (en valor absoluto 0.75), 2 (0.75) y 4 (0.75).75) más alarmantes. Los sectores identificados con un nivel de exposición muy bajo, solo el sector 6 (0,38) ligado principalmente a su ubicación, que es el que menor influencia tiene respecto a los procesos erosivos e impactos provocados por el avance del mar, ya que este sector se encuentra en zonas más al centro de la sede, sin contacto directo con los canales de marea (como los sectores 4, 5 y 7) y la acción del mar (sectores 1 y 2).

Cabe señalar que el sector 6 no es ajeno a estos procesos, la población inserta en esta zona recibe influencia, sin embargo, en menor medida. Esta información fue posible recolectarla de la comunidad al momento de las entrevistas. De la misma manera, en los sectores adyacentes (3 y 9) que tienen niveles de exposición bajos.

Los índices de exposición moderados tienen una concentración espacial hacia el este y sureste (sectores 7, 8 y 10), dado por una infraestructura con condiciones físicas medias. Estos sectores conectan con zonas cercanas al brazo (tributario) del río, quedando así más sujetos a su avance. La porción sur tiene sectores de nivel alto y muy alto (5 y 4) en la zona que es la entrada a la ciudad, región que se encuentra muy cerca del río, por lo que sufre acciones como los sectores del grupo moderado, sin embargo, con mayor impermeabilización de márgenes y remoción de cobertura vegetal, por ejemplo.

Finalmente, los índices muy altos (sectores 1, 2 y 4) están más expuestos, sufriendo la acción del oleaje, corrientes y mareas con dinámica constante, dada su ubicación cercana al mar. Dichos sectores están sujetos a los riesgos de avance de marea, inundaciones, que ocasionalmente afectan y/o destruyen viviendas y establecimientos, desde la entrada de agua en estos lugares hasta la propia destrucción por el impacto y/o rompimiento de las olas, en áreas tales como el sector 01 ejemplificado según la Figura 6 a continuación.

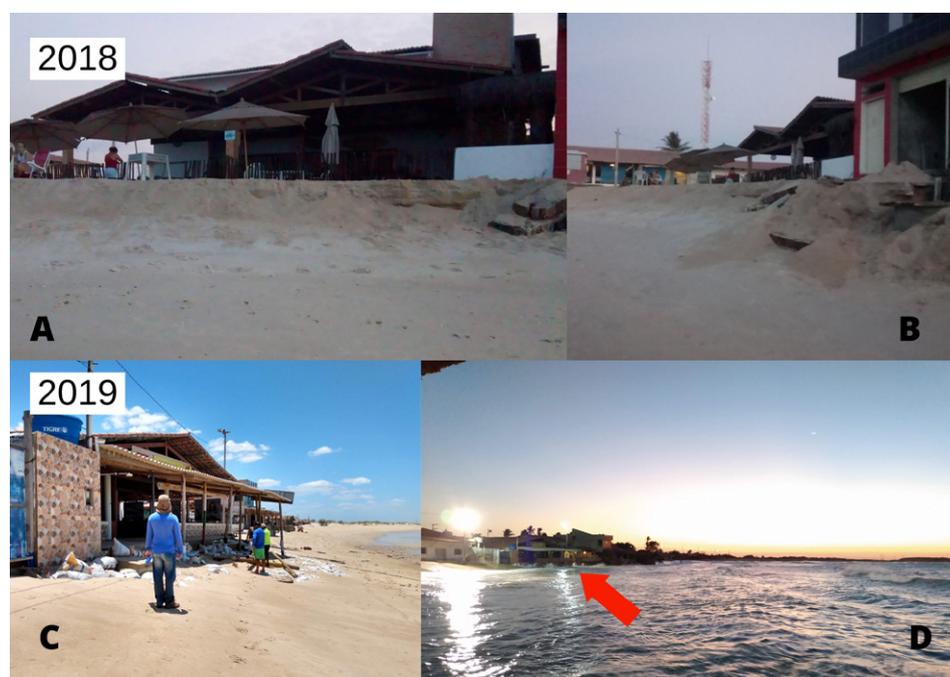


Figura 6. Avance del nivel del mar en el sector 1 de la sede municipal de Galinhos (RN)
Fuente: Autores, 2019.

Las imágenes superiores destacan el avance y las consecuencias del nivel del mar sobre las zonas de contacto natural directo con el mar. Las imágenes 6A y 6B de 2018 fueron captadas el 29 de noviembre de 2018, cuando a los pocos días de la llegada del grupo se había presentado una intensa resaca y donde se presentaba una intensa acción erosiva en la zona con gran remoción del banco de arena y destrucción de estructuras en viviendas y establecimientos. En 2019, el 29 de octubre se observó el retiro casi total de lo que quedó del banco de arena (dada una resaca en la misma semana) y la introducción de sacos de arena por parte de la comunidad (Figura 6C). Al final del primer día de campo, el grupo fue testigo del evento, representado en la Figura 6D y que, en la punta de la flecha, se refiere al mismo punto que las otras imágenes.

Así, se advierte que la mayor parte de la sede de Galinhos está expuesta a este tipo de riesgos, o incluso parte de esa población ya sufrió algún tipo de desastre, como se identifica en la Figura 5.

Índice de Riesgo (InRisco) para la Sede Municipal de Galinhos-RN

Oliveira (2018) destaca que para el riesgo: "implica considerar tanto aspectos sociales como físicos" (Oliveira, 2018, p. 38). Así, para una visión amplia de este tema, se consideró el índice de

exposición (InEx), multiplicado por el índice de vulnerabilidad (InV), producto que generó InRisco. Con esto, demostrando los sectores de la sede de Galinhos, ver Figura 7E a continuación, con mayor probabilidad de ocurrencia de daños causados por el peligro en discusión, dependiendo de las características (físicas y sociales de estos).

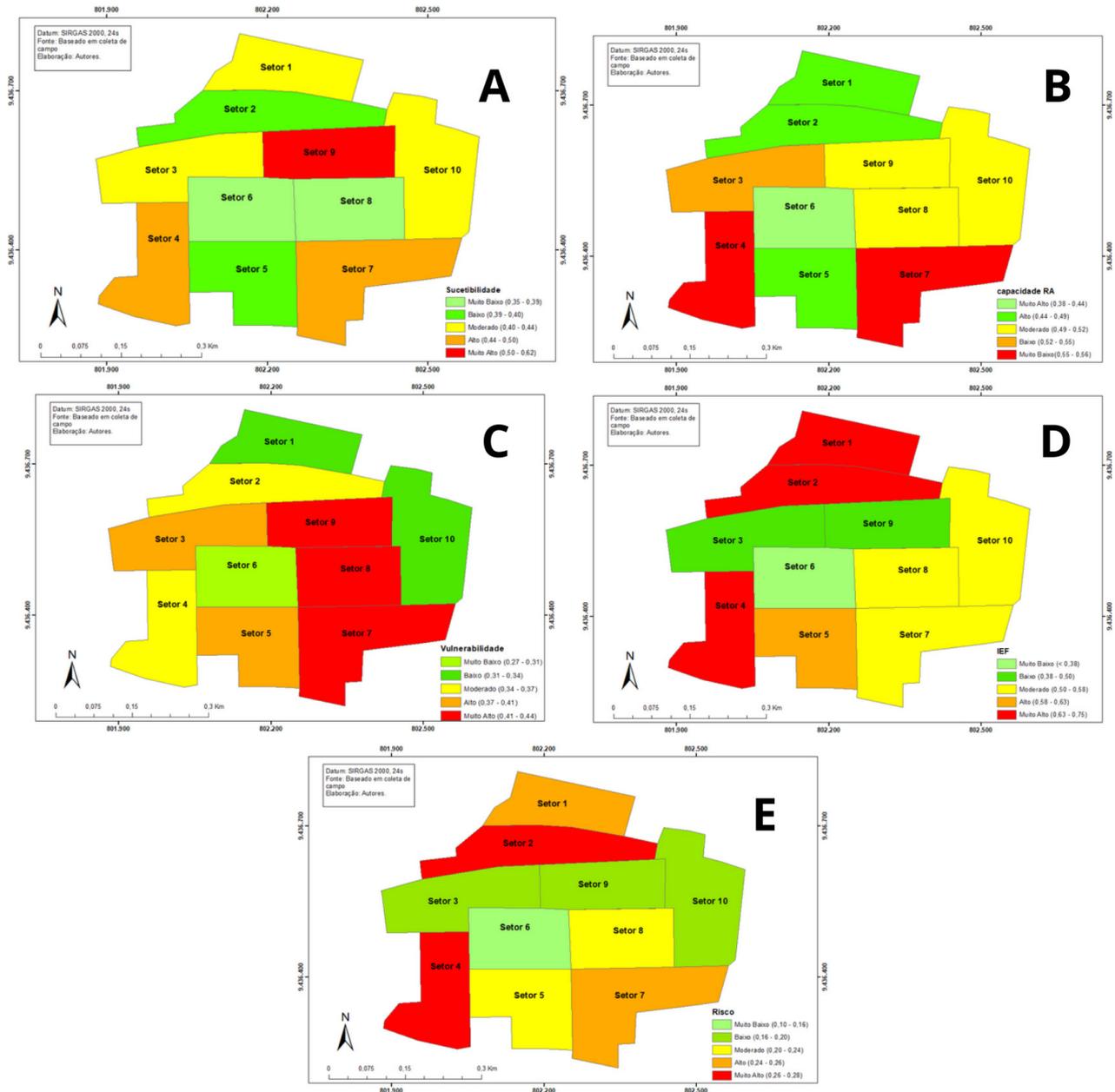


Figura 7. Mapas de Susceptibilidad (A), capacidad de respuesta y adaptación (B), Vulnerabilidad Social (C), Exposición Física (D) y Riesgo (E) de la sede de Galinhos (RN)
Fuente: Autores, 2023.

Del análisis del mapa de Riesgos se clasificaron 4 sectores con InRisco alto (sectores 1 y 7) y muy alto (4 y 2). Dichos factores están dados por el grado de vulnerabilidad de la población, que incluyen aspectos como la vivienda, la economía, la capacidad de respuesta de esta población, además de los aspectos naturales en caso de un desastre.

De acuerdo con el gráfico anterior, parece que el resultado del riesgo está en gran parte relacionado con las condiciones físicas del área de estudio, en el caso de los sectores 1, 2 y 4, a diferencia de los que presentaron los valores más bajos, como los sectores 6, 10, 3 y 9.

Los resultados demuestran así que los individuos/familias que habitan en los sectores (1, 2, 4 y 7) tienen mayor riesgo de sufrir las consecuencias de eventos nocivos, estando más expuestos

a los riesgos que afectan a estas poblaciones. De esta forma, los pobladores de las zonas más extremas de la sede municipal, reciben mayor influencia marina y sus procesos de erosión, en consecuencia se incrementa el riesgo en estos sectores, lo que lleva muchas veces a que esta población esté sujeta a los eventos adversos que se presentan en estos sectores. (como las resacas discutidas en la sección anterior).

CONSIDERACIONES FINALES

Al final del proceso de construcción de este trabajo, correlacionando todos los pasos presentados desde la revisión bibliográfica (con la definición de la metodología más adecuada para el área), la práctica de campo (aplicación in loco de las fichas, cuestionarios y visita técnica a la zona) y la posterior sistematización fueron mecanismos sustanciales que permitieron un análisis integrado de los factores de riesgo y vulnerabilidad socioambiental, destacando los hechos que actualmente se desarrollan en la zona de estudio.

Además, se destaca que la metodología fue efectiva y se destacó por capturar y representar satisfactoriamente los elementos de vulnerabilidad de la sociedad (en qué áreas se encuentran y qué elementos los hacen tan susceptibles); de la misma forma que para aspectos físicos/ambientales, teniendo en cuenta también su posición geográfica con predisposición a la exposición natural a desastres como consecuencia del aumento del nivel del mar.

Sin embargo, es necesario aclarar que todo modelo de producción de indicadores tiene sus limitaciones. Entre las variables enumeradas para estimar indicadores de vulnerabilidad, es muy importante que otros trabajos evalúen mejor las vulnerabilidades institucionales a nivel municipal, regional y nacional en relación con la gestión del riesgo de desastres. Otro punto importante que se debe tomar en cuenta (y que no fue tocado en este artículo) son temas fundamentales como las matrices económicas de la región (es una región en franca expansión de la instalación de parques de generación eólica, que promueven la mala caracterización de los componentes ambientales e impactos en las comunidades cercanas a los proyectos).

Muchas otras dimensiones de la vulnerabilidad y el riesgo de desastres pueden incorporarse a los indicadores. Para una visión más robusta de los indicadores de riesgo de desastres en Brasil, ver Almeida et al. (2016 y 2020). También existe la intención de los autores de integrar indicadores de exposición al aumento del nivel del mar, utilizando datos de alta resolución espacial recopilados con aeronaves pilotadas a distancia (drones) y corregidos con receptores RTK GNSS (Real Time Kinematic; Global Navigation Satellite System).

Por lo tanto, se logró el objetivo propuesto al inicio de evaluar el riesgo de la sede municipal de Galinhos, utilizando la metodología de Oliveira (2018) que demostró ser bastante efectiva para el lugar, identificando 4 sectores más críticos, 2 de los cuales están en alto riesgo de daño avance del nivel del mar y 2 muy alto, ya que están más en los extremos del asiento y tienen una susceptibilidad moderada y una capacidad de respuesta y adaptación muy baja.

Al final, se comprende la necesidad de políticas públicas dirigidas a la ocurrencia de desastres en este municipio, con inversiones desde la preparación de la población sobre su capacidad para hacer frente a la ocurrencia de un accidente a la planificación de apoyo en caso de eventos de gran magnitud; la mejora de las inversiones en infraestructura de forma preventiva con el objetivo de la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), así como la situación de las calles para un mejor flujo de agua de mar y proyectos cercanos a la playa, garantizando mejores condiciones para las personas que allí residen y hacen uso de ese espacio. De esta forma, es fundamental elaborar un plan de contingencia para mejorar la planificación y la articulación municipal y social ante esta problemática tan pertinente para la zona.

REFERENCIAS

- Almeida, L.Q. (2010). Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos. Bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará Pós-Graduação em Geografia. Rio Claro, Brasil: Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista.
- Almeida, L.Q., Welle, T. & Birkmann, J. (2016). Disaster Risk Indicators In Brazil: A Proposal Based on The World Risk Index. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, 251–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.04.007>

- Almeida, L.Q., Araújo, A.M.S., Welle, T. & Birkmann, J. (2020). DRIB Index 2020: Validating and enhancing disaster risk indicators in Brazil. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 42, 101346. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101346>
- Birkmann, J. (2006). Indicators and criteria for measuring vulnerability: theoretical bases and requirements. En Birkmann, J. (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies*. Tokyo: UN-Press.
- Cardona, O.D., et al. (2012). Determinants of risk: Exposure and vul-nerability. En Field, C.B. et al. (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge, UK, & New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 65-108.
- Faria, A.P. (2002). *O Antagonismo Entre Prognósticos de Subida do Nível do Mar e a Realidade do Litoral Brasileiro*. Rio de Janeiro: IGEO/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Guerra, A.J.T., et al. (2009). Criação de um sistema de previsão e alerta de riscos a deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos sócio-ambientais no bairro Quitandinha, bacia do Rio Piabanha, afluente do Paraíba do Sul, município de Petrópolis, RJ. En *Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade*. São Paulo: IPABHI, pp. 785-824.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Estimativa da população*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Sinopse dos setores censitários: Galinhos*. IBGE. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/galinhos>
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Cidades: Galinhos*. IBGE. <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>
- IDEMA Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. (2008). *Perfil do Município – Galinhos*. Natal, Rio Grande do Norte: IDEMA.
- IPCC. (2013). *Alterações climáticas 2013: A base científica, IPMA, Lisboa, Portugal, 2013*. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg1_spmportuguese.pdf
- IPCC. (2007). *Mudança do Clima 2007: a Base das Ciências Físicas, 10a sessão do Grupo de Trabalho I do IPCC, Paris, fevereiro de 2007*. IPCC.
- Kalil, A.F.D. (1999). Contribuições ao estudo do nível médio do mar no Estado do Rio de Janeiro Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: COPPE, Programa de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Lima, Z.M.C. (2004). *Caracterização da dinâmica ambiental da região costeira do município de Galinhos, litoral norte do RN* Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Marengo, J. & Scarano, F. (Eds.). (2016). *Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas*. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Oliveira, F.L.S. (2018). Indicadores de vulnerabilidade e risco local: o caso do município de Pacoti, CE Tese (Doutorado). Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará.
- Portal Nominuto.com. (2019). Litoral do RN tem 8 pontos críticos que sofrem com o avanço do nível do mar. <https://nominuto.com/noticias/rio-grande-do-norte/litoral-do-rn-tem-8-pontos-criticos-que-sofrem-com-avanco-do-mar/189304/>
- Pörtner, H., Roberts, D., Tignor, M., et al. (Eds.). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press & IPCC.
- Rocha, D.F. (2019). Análise da vulnerabilidade ambiental do município de Galinhos, RN, Brasil Dissertação (Mestrado). Natal: Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Prodema, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Shukla, P. et al. (Eds.). (2019). *Climate Change and Land*. UNEP. <https://www.unep.org/pt-br/resources/report/relatorio-especial-do-ipcc-mudanca-climatica-e-terra>
- Silva, F.M. (2013). Análise da vulnerabilidade ambiental no estuário do Rio Curimataú/Cunhaú, Baía Formosa e Canguaretama - RN Dissertação (Mestrado). Natal: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

- Trabanco, J.L.A., et al. (2001). *Metodologia para Implantação de Estações GPS de Alta Precisão para Apoio ao Monitoramento do Nível Médio do Mar*. Cartografia. <http://www.cartografia.org.br/xixbccd/artigos/c2>
- Veyret, Y. (2007). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*, Tradução de Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto.
- Welle, T. & Birkmann, J. (2015). The World Risk Index – an approach to assess risk and vulnerability on a global scale. *J. Extreme Events*, 2(1), 34. <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S2345737615500037>
- World Risk Report. (2021). *Bündnis Entwicklung Hilft, World Risk Report*. Bochum: Ruhr University Bochum, Institute for International Law of Peace and Conflict. <https://weltrisikobericht.de/weltrisikobericht-2021-e>