





ARTÍCULO

Resiliencia en la Caatinga, Brasil: relación entre inmovilidad poblacional y acceso a cisterna en zonas rurales

Resilience in the Caatinga, Brazil: Relationship between population immobility and access to cisterns in the rural areas

PAULO VICTOR MACIEL DA COSTA*
 <https://orcid.org/0000-0002-8326-2131>
 paulovictorma22@hotmail.com

RICARDO OJIMA*
 <https://orcid.org/0000-0002-7472-4285>
 ricardo.ojima@ufrn.br

JÁRVIS CAMPOS*
 <https://orcid.org/0000-0002-6404-6783>
 jarviscps@gmail.com

* Universidad Federal de Rio Grande do Norte, Programa de Posgrado en Demografía. Natal, Brasil.

Resumen. El objetivo de este artículo es investigar la asociación entre la inmovilidad de la población rural y el acceso al agua en el bioma de la Caatinga en el Nordeste de Brasil. A partir de un enfoque espacial, se buscó identificar si el hecho de que algunas personas nunca hayan migrado de la región del Sertón puede estar asociado al acceso al agua viabilizado por las cisternas, recurso imprescindible para que las familias rurales enfrenten la sequía. Con un enfoque en la población rural, y utilizando métodos de análisis espacial de áreas a partir de los datos del Censo Demográfico de 2010, fue posible identificar las áreas donde el acceso a las cisternas ejerce mayor influencia sobre la inmovilidad.

Palabras clave: inmovilidad, cisternas, análisis espacial, Caatinga.

Abstract. The objective was to investigate the association between the immobility of the rural population and access to water in the Caatinga biome in Northeast Brazil. Using a spatial approach, we sought to identify whether the fact that some people have never migrated from rural areas could be associated with access to water made possible by cisterns, an essential resource for rural families to cope with drought. Focusing on the rural population, using methods of spatial analysis of areas based on data from the 2010 Demographic Census, it was possible to identify areas where access to cisterns has a greater influence on immobility.

Keywords: immobility, cisterns, spatial analysis, Caatinga.

Introducción

El bioma Caatinga es el ecosistema que comprende gran parte de la región Nordeste de Brasil. En 2010 concentraba el 12.7% de la población brasileña (Ojima y Martine, 2012), que aumentó al 15% en 2022, de acuerdo con el Sistema IBGE de Recuperación Automática (SIDRA, 2023b). El clima predominante en este bioma es el semiárido. En relación con las demás regiones semiáridas del mundo, la de Brasil es considerada la más lluviosa, con un promedio de entre 200 y 800 mm de precipitaciones durante todo el año. Sin embargo, esta precipitación pluvial se considera baja y se concentra sólo en algunos meses del año; además, las lluvias no se distribuyen regularmente en toda la región, lo que plantea desafíos a la población que vive de la agricultura y la cría de animales, especialmente donde las sequías son más intensas (Articulación del Semiárido Brasileño, ASA, 2023a). De esta forma, el almacenamiento de agua en los períodos lluviosos, para su uso en los más secos, se convierte en una estrategia esencial, facilitada con tecnologías como las cisternas, que permite a la población rural de la Caatinga convivir con estas irregularidades pluviométricas.

Según el Censo de 2010, aproximadamente el 80% de la población rural del bioma Caatinga de la región Nordeste nunca había migrado del municipio donde nació. Éste es un hallazgo sorprendente considerando que se trata de una región con un importante historial migratorio, sobre todo del medio rural (Camarano y Abramovay, 1999). Según Martine (2015, p. 6), la región Nordeste está acostumbrada “a perder grande parte de seus filhos e filhas para outras regiões”, lo que la convierte en el “símbolo e a materialização da migração”. Entre las principales causas de los desplazamientos de la población nordestina están las asociadas a la falta de lluvias (Fusco y Ojima, 2015), que es un fenómeno climático natural y recurrente en el bioma Caatinga.

Esto muestra que, aunque persista el fenómeno de la sequía, el elevado porcentaje de personas que nunca han migrado del medio rural de la Caatinga refuerza el hecho de que la migración no es la única estrategia a disposición de esta población. Ante lo expuesto, el objetivo de este artículo se origina en la idea de que el acceso a las cisternas, considerado uno de los medios más democráticos de acceso al agua para la población rural, está asociado a la inmovilidad de la población en el medio rural de la Caatinga.

Las críticas condiciones de vida impuestas por la “Gran Sequía”, que se extendió entre 1877 y 1879 en el Semiárido nordestino, afectaron no sólo a la población humana sino también a los animales y las plantas, e hicieron que familias enteras se vieran obligadas a migrar en busca de mejores condiciones de vida, mientras que aquellos que se quedaron tuvieron que lidiar con problemas para su supervivencia, como el hambre y la miseria. En ese período, la población cearense fue una de las principales afectadas, estimándose una pérdida de un tercio de su población, siendo que 200 mil personas murieron y otras migraron (García, 2010).

Fue en ese período cuando se verificaron las primeras acciones para lidiar con el problema de la sequía en el Nordeste, como la perforación de pozos, la excavación de embal-

ses para almacenamiento de agua y la construcción de caminos y ferrocarriles (Leite y Nogueira, 2017; Silva, 2010). Frente a la catástrofe de los dos años de sequía, la construcción de canales para llevar agua del río San Francisco al río Jaguaribe en el estado de Ceará fue una de las medidas estudiadas por la comisión imperial para mitigar los efectos de la sequía. Sin embargo, no todas las medidas se aplicaron de acuerdo al papel (Barreto, 2009); algunas se implementaron en propiedades privadas (lo que aumentaba el poder de los grupos políticos y las familias dominantes en la región), lo que provocó la poca eficiencia de esas medidas frente a la realidad de la población más necesitada, así como de la región (Silva, 2010).

Ante la falta de preparación de las autoridades gubernamentales para enfrentar los efectos de las sequías, en 1915 y en 1932 se adoptaron los campos de concentración como medio para lidiar con la situación. Al principio, estos campos permitían dar asistencia a los miles de refugiados que huían de la sequía, pero las condiciones en las que estaban confinados eran extremadamente precarias, con limitación de acceso a alimentos y agua (Barreto, 2009).

Durante las décadas de 1930 y 1940, el Nordeste perdió alrededor de 650 y 900 mil personas, respectivamente, que migraron hacia otras áreas del país (Fusco y Ojima, 2015). En ese período, la sequía y la concentración de tierras figuraban entre las principales causas de la migración hacia los grandes centros urbanos (Fusco, 2012), al mismo tiempo que se verificaba la expansión urbano-industrial en las regiones Sur y Sudeste del país, lo que llevó a la región Nordeste a convertirse en una gran proveedora de mano de obra y colaboradora para la formación del ejército industrial de reserva en aquellas regiones (Brito, 1999; Singer, 1973). De esta manera, los factores de estancamiento y los de cambio llevaron a intensificar las migraciones internas en Brasil, especialmente en sentido rural-urbano (Singer, 1973). En los años 1950, de los 11 millones de migrantes rurales, el 46.3% provenía del Nordeste, lo que representó una pérdida del 30.8% de su población rural (Camarano y Abramovay, 1999).

En las décadas siguientes, las sequías aún contribuían a las pérdidas migratorias del Nordeste. A finales de los años 1970 comenzó un período de sequía que duró casi cinco años. Según Barreto (2009), la producción agrícola fue gravemente afectada, y en ninguna plantación, en un área de aproximadamente 1.5 millones de km², hubo cosecha. El hambre y los saqueos se extendieron por la región. Las estadísticas oficiales señalan que, en esa época, 3.5 millones de personas murieron debido a enfermedades y desnutrición. En el decenio 1981-1991 se produjo una migración de 3.6 millones de personas del Nordeste, y esta cifra llegó a 4 millones en la década de 1990 (Fusco y Ojima, 2015). Esto coincide con los fuertes períodos de sequía verificados en los años 1993, 1998 y 2001 (Barreto, 2009). Además, entre 1990 y 1995, de los migrantes rurales repartidos por todo el país, cerca del 55% eran de origen nordestino (Camarano y Abramovay, 1999).

En muchas ocasiones volvió al debate político la idea de trasvasar las aguas del río San Francisco a las áreas más castigadas por las sequías con el objetivo de mitigar y reducir la

dependencia del clima por parte de la población del Semiárido, pero fue inviable por la falta de tecnologías apropiadas y las críticas a los impactos ambientales de su ejecución. Sin embargo, sólo en 2007, alrededor de 160 años después de su proposición en 1847, este megaproyecto se puso en práctica (Santana Filho, 2007). Concluido en 2021, el Proyecto de Transposición cuenta con 477 kilómetros de extensión, lo que le confiere el título de la mayor obra de infraestructura hídrica jamás desarrollada en el país, de acuerdo con el Ministerio de Integración y Desarrollo Regional (MIDR, 2023). Aunque desde 2017 ya está beneficiando a algunos de los municipios del Semiárido, cuando se concluyó uno de sus ejes, el proyecto presenta limitaciones en cuanto a la atención de la población rural más alejada, lo que lo hace poco democrático en el acceso al agua. Así, llevar agua a las áreas rurales más distantes de los canales significaría mayores costos, lo que convierte a la población urbana en la principal beneficiaria (Costa, 2020; Costa y Ojima, 2020).

De las acciones gubernamentales desarrolladas desde las primeras grandes sequías, el Programa Cisternas es considerado una de las principales para la convivencia con la sequía en el área rural del Semiárido nordestino: es más eficiente y de bajo costo, y se basa en el paradigma de la convivencia con el clima semiárido como alternativa al combate contra la sequía (Silva, 2010). Es importante destacar que dicho programa es resultado de una fuerte movilización social frente a las medidas poco eficaces para enfrentar los efectos de las sequías recurrentes en el Semiárido, las cuales sólo fortalecían el poder político de algunos grupos y familias locales que se beneficiaban de los problemas sociales derivados de este fenómeno climático natural en la región (Diniz y Lima, 2017; Silva, 2010).

En 1999, con una mayor inclusión del desarrollo sostenible en la agenda de discusión ambiental y una participación más amplia de la sociedad civil en el debate político, la Articulación del Semiárido Brasileño (ASA) elaboró el “Programa de Formación y Movilización para la Convivencia con el Semiárido: Un Millón de Cisternas Rurales”, como una propuesta adecuada a la realidad ambiental de la región. Con el objetivo de facilitar el acceso al agua potable a los verdaderos protagonistas afectados por los períodos de sequía, que son las familias residentes en las áreas rurales del Semiárido sin acceso a la red general de distribución de agua, dicho programa se implementó a mayor escala a partir de 2003. Ese año, el Programa Un Millón de Cisternas para el Semiárido (P1MC) pasó a formar parte del Plan Hambre Cero, articulado por la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (Sesan) del Ministerio de Desarrollo Social y Combate al Hambre (MDS) (ASA, 2023b; Campos y Alves, 2014).

Los tipos de tecnologías desarrolladas por el Programa incluyen las cisternas domésticas, con capacidad de 16 mil litros de agua (Fotografía 1a); las escolares, con capacidad de 30 y 52 mil litros (Fotografía 1b); y las cisternas para cultivo y cría de animales, con capacidad de 52 mil litros (Fotografía 1c). Hasta 2019, se construyeron más de 626 mil cisternas para consumo humano en las residencias, lo que corresponde a alrededor de 2.5 millones de personas con agua junto a sus casas en el área rural del Semiárido. En las escuelas se registraron 6.8 mil cisternas. En cuanto a las cisternas para

Fotografía 1
Tecnologías entregadas por el Programa Cisternas

1a. Programa Un Millón de Cisternas (P1MC)



1b. Programa Cisternas en las Escuelas



1c. Programa Una Tierra y Dos Aguas (P1+2)



Fuente: ASA, 2023b.

la producción, sumaron más de 103 mil unidades, lo que corresponde aproximadamente a 429 mil personas con cisternas para producir alimentos y para la cría de animales. Es pertinente destacar que, dentro del programa que construye cisternas para la producción, existen otras tecnologías además de la *cisterna-calçadão* (Fotografía 1c), adaptadas a las características del lugar donde vive la familia, como: *barragem subterrânea*, *tanque de pedra*, *bomba d'água popular*, *barreiro trincheira*, *barraguinha* y *cisterna enxurrada* (ASA, 2023c).

La cisterna de placas de cemento se construye junto a la residencia. Cuando llueve, el agua que cae en el techo escurre por los canalones y desciende por medio de una tubería que desemboca en la cisterna que, con la capacidad de almacenar hasta 16 mil litros de agua, puede atender a una familia de hasta seis miembros durante ocho meses (ASA, 2023b; Campos y Alves, 2014). De esta forma, el agua recolectada con la lluvia se reserva para su consumo en los períodos secos, y aunque se agote antes del siguiente período lluvioso, hay abastecimiento por camión cisterna, que también forma parte del programa (Barros et al., 2012). Por ello, a nivel mundial el Programa de Cisternas es considerado uno de los mejores en términos de aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano, y ha sido caracterizado como una sólida estrategia de adaptación al clima semiárido (Campello, 2016). Además, destaca por su cobertura y democratización, contribuyendo a mejorar la calidad de vida y el bienestar de la población residente en las zonas rurales más alejadas y menos conocidas del sertón (Arsky, 2020). Se añade que la democratización del acceso al agua de calidad para el consumo de las familias de esta región es un logro significativamente importante, dado que históricamente el agua siempre ha estado concentrada en manos de una pequeña élite, así como las tierras y los medios de comunicación (ASA, 2023a).

Para acceder al programa, la familia debe estar registrada en el CadÚnico, a partir del cual se realiza la selección de las familias elegibles para los programas sociales del gobierno. Los principales criterios de elegibilidad para el Programa Cisternas son: residir en un municipio del Semiárido; vivir en la zona rural; y no tener acceso a la red general de abastecimiento de agua (Campos y Alves, 2014). Así, el programa se propone llevar agua de calidad a las familias de bajos ingresos del área rural del Semiárido para que puedan convivir con la falta regular de agua y mejorar sus condiciones de vida (Campello, 2016).

El acceso a la tecnología de las cisternas de placa no sólo ha traído resultados importantes sobre la seguridad hídrica y alimentaria de las familias más pobres al garantizar su acceso a agua de calidad, sino que también ha mejorado la frecuencia de la asistencia escolar de los niños y ha reducido la sobrecarga del trabajo de las mujeres, además de haber contribuido a la reducción del hambre y la mortalidad infantil (Ruediger, 2018). Asimismo, se observó que el acceso a las cisternas también tiene impactos importantes sobre la salud neonatal, ya que Da Mata et al. (2023) observaron que la exposición *in utero* al programa, especialmente desde el inicio del embarazo, aumentó el peso de los niños al nacer. Esto muestra que el acceso a la cisterna puede tener impactos multidimen-

sionales (Campello, 2016) que pueden ser determinantes para la permanencia de la población rural de la Caatinga en su lugar de nacimiento.

El programa ha sido fundamental para mejorar las condiciones de salud y la calidad de vida de la población que se beneficia de él. Sin embargo, todavía existen desafíos que deben superarse para garantizar una gestión más eficiente y la sostenibilidad de sus efectos sociales. Se necesitan más recursos financieros para ampliar y perfeccionar el programa. Se requieren medidas complementarias que atiendan las demandas generadas por el programa, que no están necesariamente garantizadas, como el mantenimiento de las cisternas y las bombas de agua, así como el suministro de agua mediante camiones cisterna. Se añade que desde 2015 los recursos destinados al programa se han reducido significativamente como medida de ajuste ante la crisis que se estaba manifestando (Ruediger, 2018). Sólo en 2023, el Ministerio de Desarrollo y Asistencia Social, Familia y Combate al Hambre anunció la reactivación de las inversiones en el Programa Cisternas, con la promesa de atender a 60 mil familias en ese mismo año (Craide, 2023).

En conjunto, los beneficios constatados desde otras perspectivas contribuyen a la idea de que la resiliencia proporcionada por el acceso a esta tecnología favorece la inmovilidad poblacional en la Caatinga. La resiliencia se forma a medida que se crean y se da acceso a medios de supervivencia adaptables a la realidad de las personas, de modo que éstas puedan vivir y convivir donde nacieron, incluso estando expuestas a riesgos ambientales, sociales y económicos. Así, adaptarse a la sequía, en lugar de sólo mitigarla, es una percepción necesaria para avanzar hacia el “almejado desenvolvimiento socioeconômico da Região, que precisa ser compatível com sua disponibilidade de água” (Leite y Nogueira, 2017, p. 21).

Ante lo expuesto, con el objetivo de evidenciar el papel de la resiliencia en la inmovilidad de la población rural, para ayudar a entender por qué algunos no recurren a la migración, incluso estando en riesgo, se propone como ejercicio inicial un análisis espacial de áreas buscando visualizar la relación entre la inmovilidad y el acceso a cisternas.

Aspectos metodológicos

Conceptos, indicadores y recorte espacial

En este trabajo la inmovilidad se entiende a partir de los nunca migrantes, que son captados a través de la pregunta sobre el lugar de nacimiento, generalmente presente en los censos demográficos. A partir de esta interrogante, se puede seleccionar sólo a aquellos que, en la fecha del censo, residían en el mismo municipio donde nacieron y de donde nunca migraron. En el cuestionario del Censo de 2010, por ejemplo, se pregunta si la persona nació en el municipio de residencia actual, y una de las categorías de respuesta es “Sí, siempre ha vivido aquí”. A partir de esta categoría de la variable lugar de nacimiento se clasifica a los nunca migrantes.

Dado que la orientación del Programa Cisternas es para el medio rural, se consideró sólo a la población residente en este espacio. Así, se identifica la inmovilidad a partir de las personas residentes en área rural que nacieron y siempre vivieron en el mismo municipio.

Para identificar los hogares con cisterna, se utilizaron dos categorías de la variable *forma de abastecimiento* presente en el Censo 2010, que son: “agua de lluvia almacenada en cisterna” y “camión cisterna”. Aunque estos últimos pueden abastecer otros tipos de reservorios, es más común que abastezcan cisternas (Barros et al., 2012).

En este estudio se adoptan dos indicadores: *i*) porcentaje de la población rural que siempre ha vivido en el municipio en el que nació, obtenido a partir de la razón entre la población rural que nunca migró y la población rural total; y *ii*) porcentaje de personas residentes en hogares con cisterna en el área rural, donde se divide el número de personas que residen en hogares rurales con cisterna por el total de personas que residen en el área rural en hogares permanentes, excluyendo a los que tienen acceso a la red general de distribución de agua.

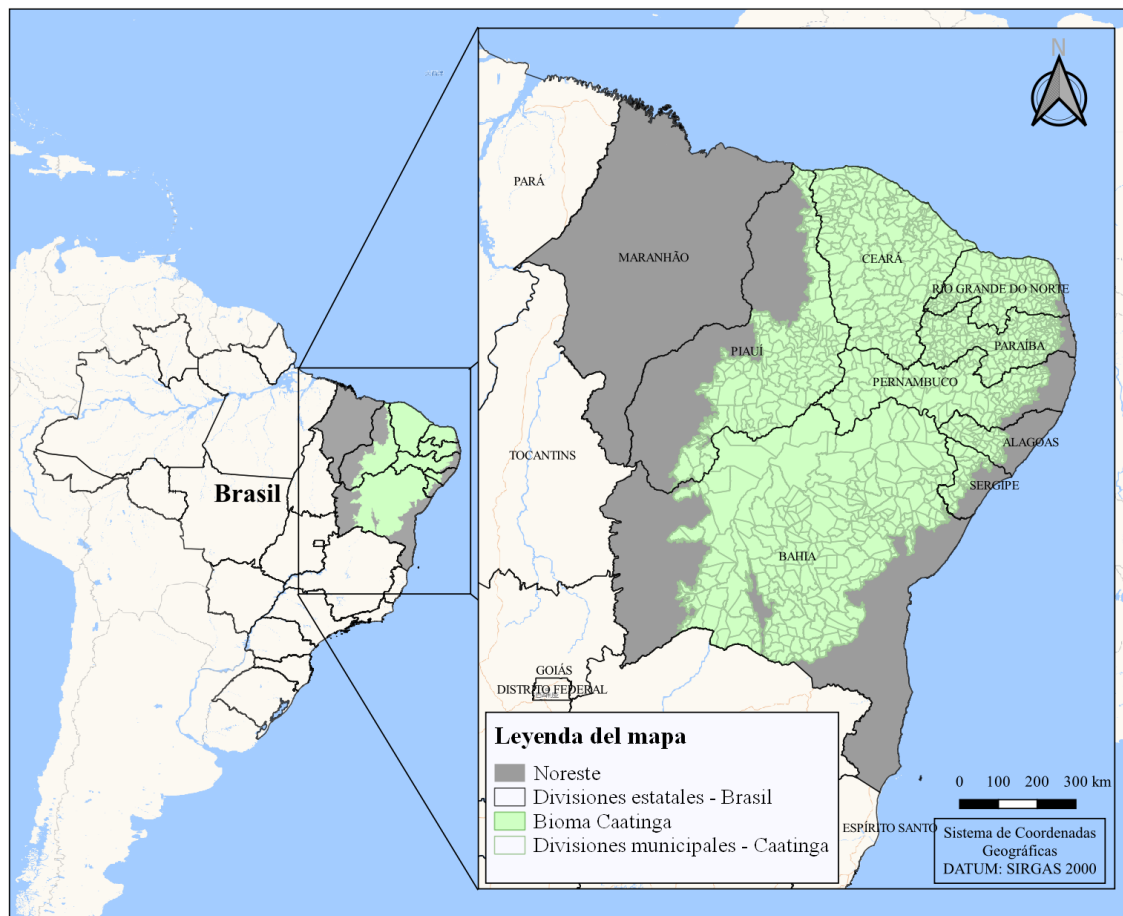
Antes de presentar la unidad de análisis, es importante destacar que la principal fuente de información de esta pesquisa es el Censo Demográfico de 2010. En el Censo de 2000 no existían las categorías “camión cisterna” y “agua de lluvia almacenada en cisternas”, de la variable forma de abastecimiento, necesarias para crear la variable que identifica a las personas que residen en residencias con cisternas (éstas sólo fueron incluidas en el Censo de 2010). Esto hace inviable la utilización del Censo de 2000 debido a las dificultades de comparabilidad en el tiempo. En cuanto al Censo de 2022, ya se dispone de más información, pero sus microdatos aún no han sido publicados, siendo que únicamente a partir de éstos es posible calcular los indicadores base de este estudio.

La unidad de análisis es la de los municipios presentes en el bioma Caatinga de la región Nordeste, que suman 1 172 (Mapa 1). En 2010, alrededor de 28.2 millones de personas vivían en el bioma Caatinga de la región Nordeste, y en 2022 este contingente aumentó a 29.3 millones, lo que corresponde a una tasa de crecimiento medio anual del 0.3%, un poco por debajo de la verificada para el país (0.5%) (SIDRA, 2023b).

Como se pudo observar en la introducción, las migraciones y las sequías son características que marcan a la región Nordeste, que está prácticamente cubierta por el bioma Caatinga, considerado como una de las formaciones ecológicas más pobladas y más áridas del mundo (Ojima y Martine, 2012). Dada esta estrecha relación entre los fenómenos climáticos y demográficos, es plausible asumir al bioma Caatinga como la unidad de análisis adecuada en lugar de la región Nordeste en su totalidad, corroborando la importancia de los recortes socioambientales y los estudios del trípode población, espacio y ambiente (Hogan, Marandola Jr. y Ojima, 2010).

Se sabe que la información para realizar análisis demográficos de los censos está disponible sólo para los límites político-administrativos, que no siempre coinciden con estas unidades ambientales. Por lo tanto, se buscó realizar el análisis sólo para el área demarcada para el bioma Caatinga de la región Nordeste. Es importante señalar que, aunque

Mapa 1
Ubicación del Bioma Caatinga, Nordeste



Fuente: Malla del Bioma Caatinga (IBGE, 2024).

basado en información a escala municipal, el diseño del bioma no incluye toda la extensión de estos municipios, específicamente aquellos ubicados en su entorno. De este modo, la información recopilada y analizada se refiere al municipio en su totalidad, aunque algunos estén parcialmente representados en la figura del bioma.

Métodos empleados: análisis espacial

Para obtener la autocorrelación espacial, la técnica utilizada fue el Índice de Moran (global y local), que corresponde a una de las principales técnicas de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) (Anselin, 1995; Anselin; Syabry y Kho, 2006; Câmara et al., 2004). El objetivo es visualizar los diferentes regímenes de asociación espacial a través del mapa

de clúster, que es el Local Indicator Spatial Association (LISA), ya que combina información del diagrama de dispersión de Moran y el mapa de significancia de las medidas de asociación local (Almeida, 2012; Câmara et al., 2004). De esta forma, a partir del mapa de clúster LISA univariado será posible observar la autocorrelación espacial tanto para el porcentaje de la población rural que siempre ha vivido en el municipio donde nació, como para el porcentaje de personas que residen en hogares con cisterna en el área rural de la Caatinga. En el mapa bivariado se puede observar la correlación espacial entre estos dos indicadores (clústeres bajo-bajo, bajo-alto, alto-bajo y alto-alto).

A partir del clúster alto-alto (áreas rurales con alto porcentaje de inmovilidad y alto porcentaje de personas en hogares con cisternas), se hace un análisis más detallado de estas áreas (grupo alto-alto, bivariado), ya que son espacios con una correlación local significativamente diferente de las demás. Para este análisis, se aplica el modelo Geographically Weighted Regression (GWR), que proporciona parámetros mapeables. Pero, antes, se aplica un modelo de regresión lineal simple (Ecuación 1), que proporciona parámetros globales no mapeables. Estos modelos también fueron utilizados por Carmo et al. (2013), con el objetivo de correlacionar el consumo de agua residencial en Brasil con los ingresos de la población.

$$Inmovilidad_i = \beta_0 + \beta_1.cisterna_i + \varepsilon \quad [1]$$

En la Ecuación 1, *inmovilidad_i* representa el número de personas que nunca migraron en el área rural del municipio *i* (intercepto); *cisterna_i* representa el número de personas con cisterna en el municipio *i* (variable independiente); y ε representa el error.

GWR, por su parte, asume que el espacio es heterogéneo o no estacionario, y que la relación entre la variable dependiente y las explicativas sigue patrones regionalizados (Freitas, 2023). Éste es un modelo que pertenece al grupo de regresiones espaciales locales, que estima una regresión para cada punto en el área de estudio teniendo en cuenta a los vecinos, basándose en un Kernel fijo o adaptativo en el que los puntos más cercanos al punto central tienen un mayor peso que los más distantes. A partir de esto, es posible realizar el mapeo de las estadísticas resultantes y, de esta manera, enfatizar las diferencias a lo largo del espacio donde el acceso a una cisterna ejerce una mayor influencia sobre la inmovilidad. En general, el GWR ajusta un modelo de regresión para cada punto observado, ponderando todas las demás observaciones en función de la distancia de dicho punto (Carmo et al., 2013; Freitas, 2023; Fushita y Vasconcelos, 2020).

Dicho esto, un conjunto de parámetros β se estima para cada punto observado *i*, es decir, para el centroide de cada municipio ubicado en las coordenadas geográficas (u_i, v_i) (Ecuación 2).

$$Inmovilidad_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i).cisterna_i + \varepsilon_i \quad [2]$$

Con el Índice de Moran Local (LISA) será posible destacar las áreas en las que hay un alto porcentaje de personas con acceso a cisternas y un alto porcentaje de personas que nunca han migrado, mientras que el GWR complementa este análisis al indicar dónde el acceso a las cisternas ejerce una mayor influencia sobre la inmovilidad de la población. Es pertinente señalar que ninguno de los métodos aquí presentados permite asociaciones causales.

VARIABLES EMPLEADAS E ÍNDICE

Con el objetivo de conocer mejor a la población en estudio, reconociendo que otras características y programas de beneficios pueden influir en la inmovilidad, se realiza un análisis descriptivo del perfil de la población que nunca ha migrado, siendo beneficiaria y no beneficiaria de las cisternas. Para ello se utilizaron las siguientes variables sociodemográficas y económicas: sexo, grupo de edad, nivel de instrucción, estado civil, tipo de composición familiar, sector de actividad, posición en la ocupación, ingreso familiar en salarios mínimos, ingreso mensual habitual del Programa Bolsa Familia (PBF) o Programa de Erradicación del Trabajo Infantil (PETI), ingreso mensual habitual de jubilación o pensión, e ingreso mensual habitual de otros programas sociales o transferencias.

Para un análisis más sucinto del perfil, se utilizó un índice que refleja el riesgo o la posibilidad de que los que nunca han migrado sean beneficiarios de las cisternas en cada categoría de las variables en análisis, aquí denominado Índice de Acceso. El referido índice se calculó de la siguiente forma, tomando una categoría de la variable sexo como ejemplo:

$$\text{Índice hombres} = \frac{(\text{hombres que tienen acceso} / \text{total de ambos sexos que tienen acceso})}{(\text{hombres que no tienen acceso} / \text{total de ambos sexos que no tienen acceso})} \quad [3]$$

Haciendo lo mismo con las mujeres, que es la otra categoría de la variable sexo, en este ejemplo la combinación entre los índices ayuda a visualizar de manera más directa si los hombres que nunca han migrado tienen mayor posibilidad de ser beneficiarios de las cisternas en comparación con las mujeres. De esta forma, se evidencia un perfil de los que nunca han migrado y que tienen acceso a cisterna en el área rural de la Caatinga, lo cual puede ayudar a entender la inmovilidad de esta población.

Inmovilidad poblacional y acceso a cisterna en zonas rurales de la Caatinga

Cerca del 53% (28.2 millones) de la población del Nordeste reside en el bioma Caatinga, de acuerdo con el Censo Demográfico de 2010. Del total de esta población, el 33% reside en el medio rural, lo que en términos absolutos corresponde a 9.3 millones de personas,

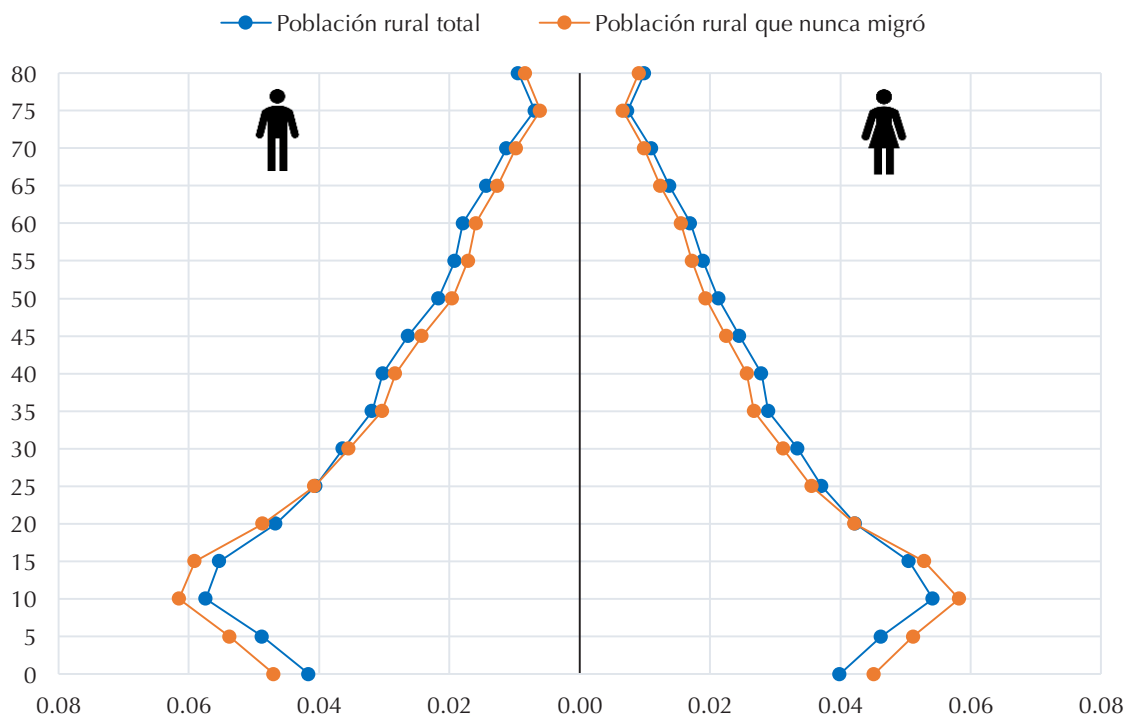
siendo 4.5 millones del sexo femenino y 4.8 millones del masculino. Del total de residentes rurales en la Caatinga, 7.4 millones nunca habían migrado del lugar de nacimiento.

Al verificar la distribución por edad y sexo para el año 2010 (Gráfica 1), es posible notar que la población rural de la Caatinga tiene un perfil aún joven, ya que gran parte de ella se concentra entre los grupos de edad de 10 a 14 y de 30 a 34 años (45.4%), pero con un claro estrechamiento en los primeros grupos etarios (de 0 a 4 y de 5 a 9 años), lo que es reflejo de los efectos de la tendencia de disminución de la fecundidad que viene ocurriendo en el mundo y en Brasil (Grupo de Foz, 2021). La distribución es similar entre los que nunca han migrado, pero con un perfil aún más rejuvenecido.

Aunque es uno de los componentes demográficos más dinámicos, la migración no siempre forma parte de la vida de las personas. Vivir donde uno nació, a veces durante toda la vida, también es una posibilidad (Campos, 2014). Tomando como base las últimas informaciones disponibles para calcular la inmovilidad, presentadas anteriormente, la población rural que siempre ha vivido en el mismo municipio donde nació corresponde a casi el 80% de los 9.3 millones de personas que habitan en el área rural de la Caatinga en el Nordeste. Mientras tanto, el porcentaje de personas que nunca han migrado en el área rural de toda la región Nordeste alcanza un poco más del 77% (Cuadro 1). Esta participación es notable

Gráfica 1

Pirámide de edad de la población rural total y que nunca migró de la Caatinga, 2010



Fuente: Microdatos del Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Cuadro 1

Inmovilidad en el área rural del Nordeste y de la Caatinga, 2010

<i>Área geográfica</i>	<i>Nunca migrantes</i>	<i>Migrantes</i>	<i>Total</i>	<i>Inmovilidad %</i>
Nordeste	11 036 824	3 221 436	14 258 260	77.4
Caatinga	7 413 538	1 894 036	9 307 574	79.7

Fuente: Microdatos del Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

en la región, especialmente teniendo en cuenta que el Nordeste sigue siendo el mayor contribuyente a la dinámica migratoria nacional, siendo la única región con un saldo migratorio negativo y aun significativamente elevado, aunque ha disminuido en las últimas décadas (Rigotti, Campos y Hadad, 2017).

Espacialmente, la Figura 1 muestra los resultados del Índice de Moran Global (diagrama) y Local (mapa), a un nivel de significancia estadística del 95%, referentes al indicador mostrado en el Cuadro 1. El Índice de Moran Global para este indicador fue de 0.290, lo que significa una autocorrelación espacial positiva por la mayor concentración de las observaciones en los cuadrantes Q1 y Q2. En estos cuadrantes se encuentran municipios vecinos con porcentajes similares, ya sean altos (alto-alto) o bajos (bajo-bajo), porque son áreas con una dinámica espacial propia (Câmara et al., 2004).

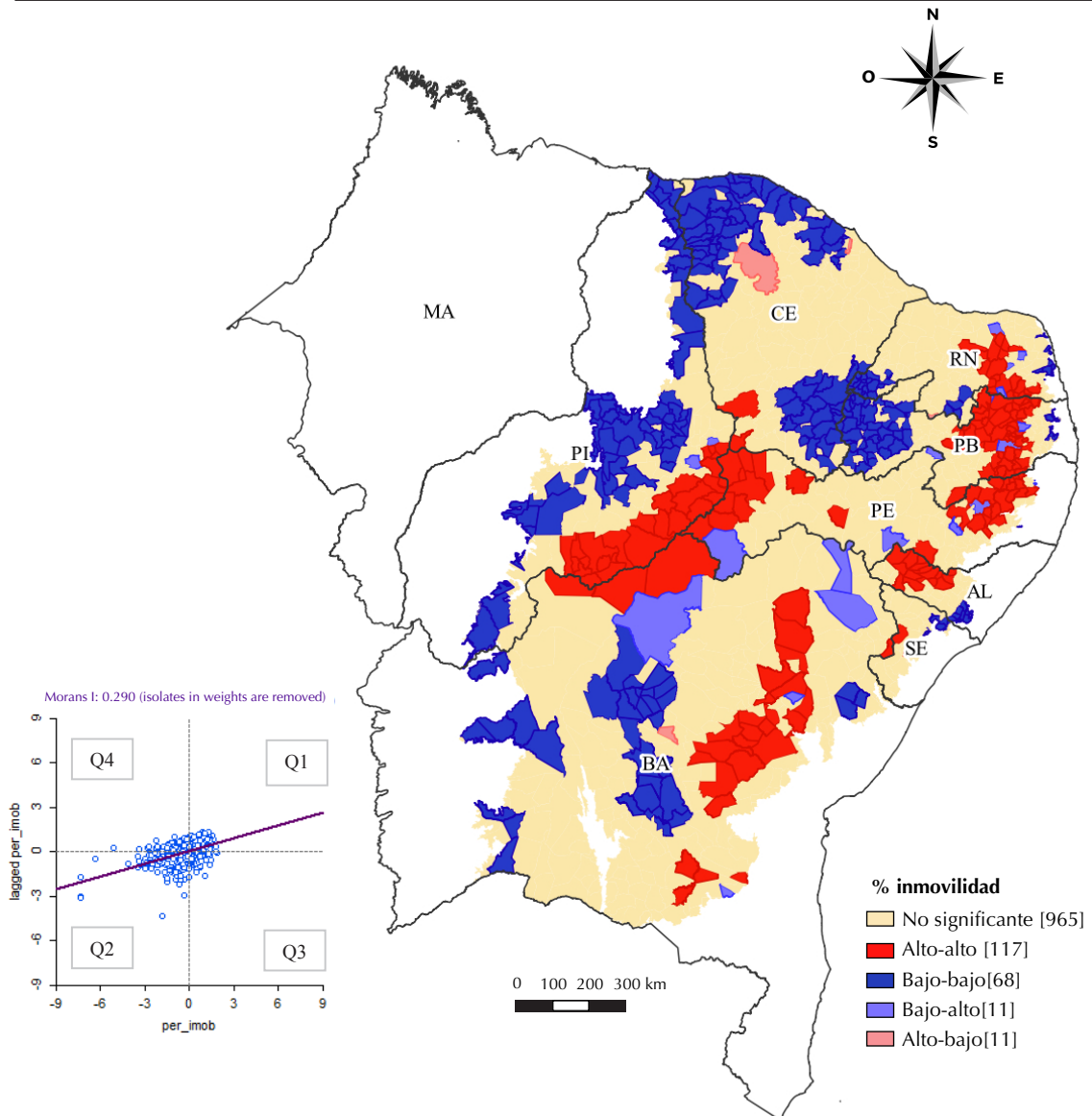
Dicho esto, se observa que el agrupamiento alto-alto se destaca. Es decir, son clústeres de municipios de la Caatinga con un alto porcentaje de personas del área rural que nunca han migrado, vecinos de municipios con porcentajes también altos de este indicador. Así, estos municipios forman zonas donde una gran proporción de personas o familias siempre han vivido en áreas rurales.

A partir del mapa (Figura 1), se aprecia que el agrupamiento alto-alto está concentrado en el estado de Bahía, siendo más visible en el extremo sur y en la porción norte de su territorio, en el límite con el estado de Piauí, y que se extiende hasta el límite con el estado de Pernambuco. Este hallazgo llama la atención ya que Bahía fue uno de los principales estados nordestinos en contribuir al saldo migratorio negativo de la región Nordeste (Rigotti, Campos y Hadad, 2017) y, aun así, presentó agrupamientos de municipios con altos porcentajes de personas que siempre han vivido en áreas rurales.

Incluso considerando el enfriamiento de las migraciones de larga distancia y, a su vez, la intensificación de las de corta distancia (Lopes Patarra, 2003), especialmente dentro de cada unidad de la federación (Cunha y Baeninger, 2000), este hallazgo sobre el alto porcentaje de población rural que siempre ha vivido en el lugar donde nació es aún más notable, dado que la inmovilidad se analiza a nivel municipal. Esto significa que dicha población rural, que podría haber dejado de migrar a otra región para hacerlo dentro de la propia, no migró ni siquiera a municipios vecinos, lo que lleva a considerar que ocurrieron cambios importantes en la Caatinga para que las familias permanezcan en esta región, a pesar de los efectos persistentes de la sequía.

Figura 1

Diagrama de distribución de Moran y mapa de clúster para el porcentaje de personas que nunca migraron en el medio rural. Municipios de la Caatinga, 2010



Nota: Resultados con un nivel de significancia del 95% (valor de $p \leq 0.05$). Matriz de contigüidad *queen* de primer orden.

Fuente: Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Pasando al segundo indicador, es importante subrayar que el Programa Cisternas ha adquirido dimensiones significativas desde su creación en 2003. En el Semiárido norestino se entregaron 329 569 tecnologías de captación de agua para consumo humano y 7 505 para producción hasta el año 2010 (ASA, 2023b).

De acuerdo con el Censo Agropecuario, sólo alrededor del 28% de los establecimientos agropecuarios en el Semiárido tenían las cisternas como principal recurso hídrico en 2006, mientras que en 2017 ese porcentaje pasó a más del 70%, teniendo a la agricultura familiar como uno de los principales establecimientos beneficiarios (SIDRA, 2023a).

El Cuadro 2 muestra que, en 2010, alrededor del 97% (1 822 954) de la población rural que tenía acceso a cisternas se encontraba residiendo en el área delimitada por el bioma Caatinga. Excluyendo a la población rural que tiene como forma de abastecimiento del domicilio la red general de distribución, se nota que el 29.4% de la población tiene acceso a cisterna, un porcentaje relativamente superior al verificado para el área rural del Nordeste en su conjunto (20.0%), lo que muestra que la mayoría de los beneficiarios rurales de la tecnología se encuentran dentro del bioma.

Cuadro 2

Forma de abastecimiento de agua en el área rural del Nordeste y de la Caatinga, 2010

<i>Área geográfica</i>	<i>Cisterna</i>	<i>Otra forma de abastecimiento*</i>	<i>Total</i>	<i>Acceso a cisterna %</i>
Nordeste	1 883 457	7 530 185	9 413 642	20.0
Caatinga	1 822 954	4 372 485	6 195 439	29.4

*Se excluyeron las personas que utilizaban la red general de distribución como medio de abastecimiento del hogar.

Fuente: Microdatos del Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

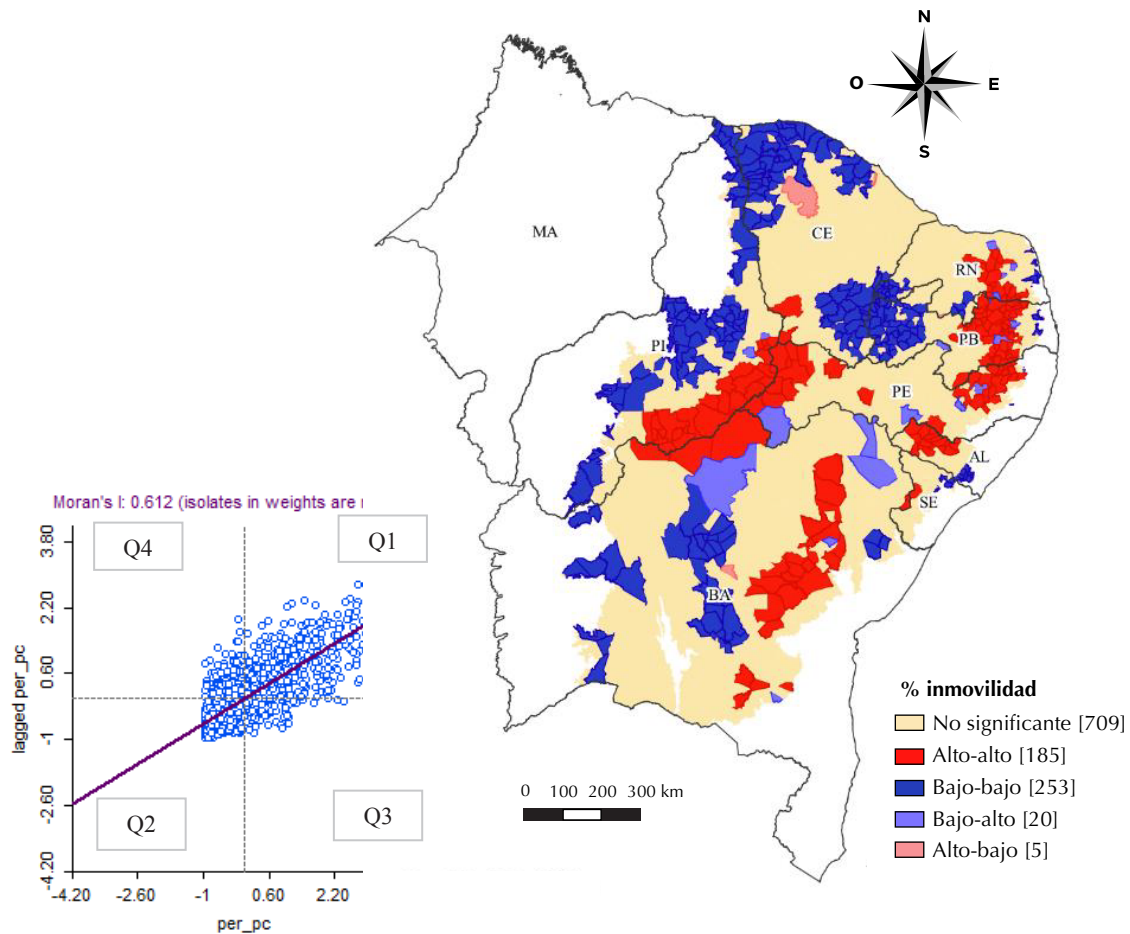
En cuanto a la distribución espacial de este indicador, el Índice Global de Moran fue de 0.612 (Figura 2), lo que significa que hay muchos puntos de asociación espacial positiva. Es decir, son áreas en las que hay un alto porcentaje de personas con cisterna en el domicilio, vecinas a áreas con un porcentaje también alto (alta-alta), así como áreas con un bajo porcentaje de personas con cisterna en el domicilio, vecinas de áreas con un porcentaje también bajo (bajo-bajo). No obstante, se debe prestar atención al agrupamiento alto-alto, que es donde se encuentran los valores más elevados en relación al número de beneficiarios con acceso a cisterna en las zonas rurales del bioma Caatinga.

Se observa que el agrupamiento alto-alto presenta dos principales zonas de concentración. Una es más hacia el interior y se divide entre los estados de Piauí, Bahía, Pernambuco y Ceará, mientras que la otra está más próxima al litoral, como una franja que sigue los límites de la Caatinga y que se extiende desde Rio Grande do Norte hasta Alagoas, con cierta discontinuidad en Pernambuco. Es en estas zonas donde se evidencia la mayor concentración de municipios con personas que residen en hogares con acceso a cisterna.

Visualmente, al comparar los dos mapas anteriores, el que presenta la distribución espacial del porcentaje de nunca migrantes con el que presenta el porcentaje de residentes en hogares con cisternas según el Índice de Moran, ya es posible notar algunas áreas que podrían presentar correspondencias espaciales. Con el objetivo de evaluar esta correlación, se incorpora la Figura 3, que presenta la dependencia espacial entre estos dos indicadores.

Figura 2

Diagrama de dispersión de Moran y mapa de clúster para el porcentaje de personas residentes en viviendas con cisterna en áreas rurales. Municipios de la Caatinga, 2010



Nota: Resultados con un nivel de significancia del 95% (valor de $p \leq 0.05$). Matriz de contigüidad queen de primer orden.

Fuente: Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Se evidencia que el Índice Global de Moran fue cercano a cero (0.053), revelando así una baja dependencia espacial, es decir, un patrón espacial casi aleatorio. A pesar de esto, no invalida el resultado del Índice Local de Moran, que ya es una forma de visualizar las dependencias espaciales locales cuando se trabaja con un número significativo de áreas, como es el caso de este estudio (1 172 municipios).

Cuando se tiene un número muy grande de áreas es probable que se observen

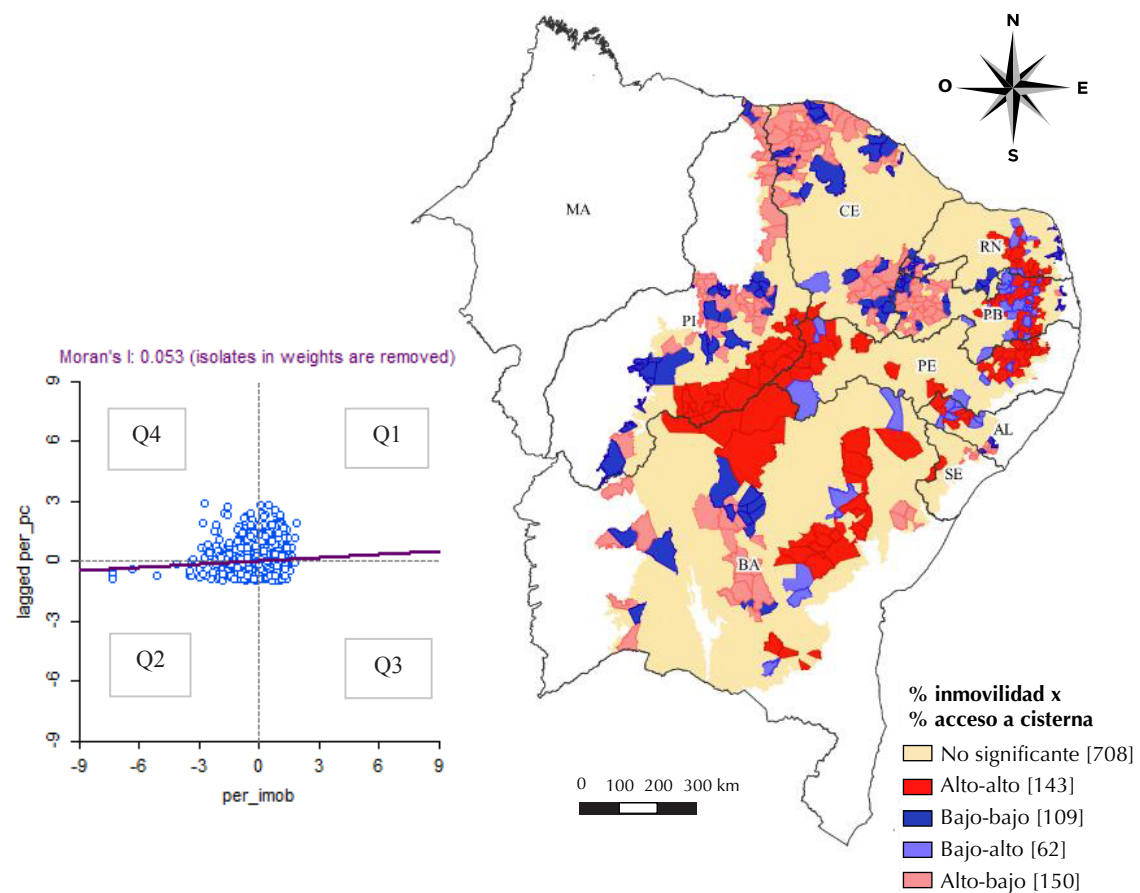
[...] diferentes regimes de associação espacial e que apareçam máximos locais de autocorreção espacial, onde a dependência espacial é ainda mais pronunciada. Assim, muitas vezes é desejável examinar padrões em maior detalhe [Câmara et al., 2004, p. 21].

Por esta razón, el análisis a través de GWR prosigue focalizando estas zonas, destacadas por la identificación de una correlación espacial alto-alto con significancia estadística del 95%.

Con base en la Figura 3, se aprecia que este agrupamiento está concentrado en la parte central de la Caatinga, que abarca tramos de los estados de Piauí, Bahía y Pernambuco. Otros agrupamientos de este clúster también son identificados en los estados de Rio Grande do Norte, Paraíba y más al este de Pernambuco, formando una franja próxima a la delimitación de la Caatinga. En total, el agrupamiento suma 143 municipios.

Figura 3

Diagrama de dispersión y mapa de clústeres bivariado de la relación entre el porcentaje de personas que nunca migraron y el porcentaje de personas residentes en hogares con cisterna en el área rural. Municipios de la Caatinga, 2010



Nota: Resultados con un nivel de significancia del 95% (valor de $p \leq 0.05$). Matriz de contigüidad queen de primer orden.

Fuente: Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Inicialmente, se estimó el modelo de regresión lineal global. Los resultados muestran una correlación positiva ($\beta = 1.54$) y estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre inmovilidad y el acceso a cisterna en los municipios del clúster alto-alto (Cuadro 3). De acuerdo con dicho modelo, el incremento de una persona en el acceso a cisterna se asocia con un aumento de 1.54 personas que nunca han migrado. En cuanto a la calidad del ajuste del modelo, es posible observar, a partir del coeficiente de determinación, que éste es capaz de explicar el 74% de la variabilidad observada en el volumen de la inmovilidad.

Cuadro 3

Asociación entre el volumen de personas que nunca han migrado y las que tienen acceso a cisternas. Modelo de regresión lineal. Municipios del clúster alto-alto, 2010

<i>Variable</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error estándar</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> z)</i>
(Intercepto)	1 063.76	421.96	2.52	0.0129**
Cisterna	1.54	0.0773	19.94	<2e-16***
Coeficiente de determinación: R ²	0.74			

Nota: *** significativo al 1%; ** significativo al 5%; y * significativo al 10%. Con p-valor < 0.05.

Fuente: Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Por tratarse de un modelo de regresión lineal global tradicional, que genera un único resultado para toda el área (Carmo et al. 2013), no puede capturar la heterogeneidad espacial de la relación entre la inmovilidad y el acceso a cisterna en el área en estudio, para lo que se emplea el GWR. Con este método se genera una regresión local con intercepto, coeficiente de predicción, error de predicción, valor predicho y R² local para cada uno de los 143 municipios.

El resumen de los resultados del modelo GWR se encuentra en el Cuadro 4. Es importante señalar que se excluyeron seis municipios del análisis por no poseer vecinos, lo que es un procedimiento importante para no comprometer el algoritmo del modelo. Además, se adoptó una función gaussiana con ancho de banda fijo por haber sido más precisa que la banda adaptable, según el resultado de la raíz del error medio cuadrático ($\sqrt{\sum \Sigma \epsilon^2 / n}$) del modelo utilizando cada una de las bandas (Fushita y Vasconcelos, 2020).

Cuadro 4

Resumen de las estadísticas del modelo GWR (gaussiano fijo)

<i>Variable</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Q1</i>	<i>Mediana (Q2)</i>	<i>Q3</i>	<i>Intervalo intercuartílico</i>	<i>Media</i>	<i>IC - 95*</i>
(Intercepto)	-450	2 640	343.20	609.40	1 083.20	740	793.70	[690.80-896.62]
Cisterna	1.72	2.06	1.17	1.62	1.81	0.64	1.61	[1.57-1.65]

* Intervalo de confianza de la prueba t de *student* con p-valor < 0.05.

Fuente: Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Los resultados muestran que existe una relación positiva y significativa entre la inmovilidad y el acceso a cisterna en los municipios del clúster en estudio. Específicamente, el aumento de una persona con acceso a cisterna está asociado al incremento de, en promedio, 1.61 personas como nunca migrantes, con un 95% de confianza de que este aumento esté en el rango entre 1.57 y 1.65.

A partir de la Figura 4a es posible visualizar la espacialización de los coeficientes estimados para la variable explicativa, acceso a cisterna, en cada municipio. Se constata que existen municipios en los que la influencia del acceso a cisternas sobre la inmovilidad es mayor, representada en las áreas más oscuras del mapa. Entre estos municipios destaca el de Itaberaba, en el estado de Bahía, que registró una beta de 2.05. Esto significa que el acceso de una persona a la cisterna está asociado a la inmovilidad de cerca de dos personas.

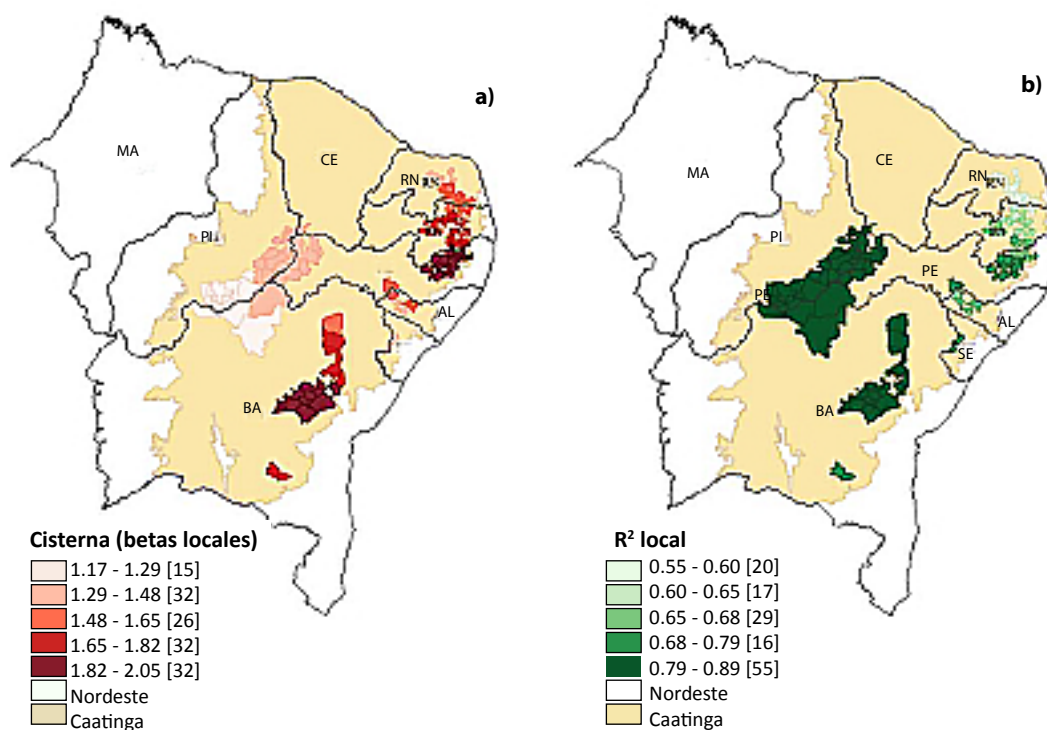
A pesar de que el municipio con mayor coeficiente estimado se encuentra en Bahía, en el estado de Pernambuco se encuentra una mayor concentración de municipios con coeficientes más elevados. Así, es especialmente en municipios de ese estado donde el acceso a las cisternas ha ejercido mayor influencia sobre la inmovilidad. Cabe añadir que son municipios donde hay una mayor incidencia de sequía, lo que resalta la importancia de este recurso.

Por su parte, la Figura 4b presenta la distribución espacial de los coeficientes locales de determinación (R^2), con áreas más oscuras indicando dónde la calidad del ajuste fue mejor. La figura evidencia que la calidad de ajuste del modelo no sigue una distribución lineal en el espacio, mostrando que en algunas áreas los modelos predijeron mejores resultados que en otras. Incluso en las áreas con R^2 menor, el modelo llega a explicar, como mínimo, el 55% de la variabilidad en la inmovilidad, lo que significa que los modelos locales estimados, en general, poseen ajustes relativamente buenos. En promedio, este coeficiente indica que el acceso a cisterna es capaz de describir el 73% de la variabilidad observada en la inmovilidad, con una significancia estadística del 95% (según prueba t simple). Es importante señalar que la aplicación del GWR para refuerzo del Índice de Moran, en zonas clasificadas en el clúster alto-alto, puede haber contribuido al elevado porcentaje de ajuste del modelo.

Especialmente en las áreas de R^2 menor, así como en otros agrupamientos espaciales no considerados en este último método, habrá otros elementos explicativos importantes. De este modo, es importante considerar tanto las características socioeconómicas y demográficas de la población rural, que también pueden influir en la decisión de migrar o no, como el hecho de que el acceso a cisternas también se relaciona con otros programas y beneficios que conjuntamente contribuyen a la convivencia con la sequía en el Semiárido y, por ello, pueden ayudar a explicar la inmovilidad poblacional en el ámbito rural de la Caatinga. Así, se consideró importante traer esta contextualización a partir de la discusión de los resultados presentados en el Cuadro 5. Las informaciones son relativas a los nunca migrantes beneficiarios y no beneficiarios de las cisternas en el ámbito rural de la Caatinga.

Figura 4

Estadísticas del modelo GWR: coeficiente de predicción local para la variable acceso a la cisterna (a) y R^2 local (b). Municipios del clúster alto-alto. Caatinga, 2010



Fuente: Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Cuadro 5

Nunca migrantes beneficiarios y no beneficiarios de las cisternas en el área rural de la Caatinga, 2010

<i>Variables</i>	<i>Con acceso</i>	<i>Sin acceso</i>	<i>Total</i>	<i>Índice de acceso</i>
Nivel de instrucción				
Sin educación y primaria incompleta	1 271 376	4 847 695	6 119 071	1.033
Primaria completa y secundaria incompleta	132 294	591 880	724 174	0.880
Secundaria completa y superior incompleta	82 954	405 951	488 905	0.805
Superior completa	5 960	33 119	39 079	0.709
Total	1 492 584	5 878 645	7 371 229	

(continúa)

Cuadro 5
(continuación)

<i>Variables</i>	<i>Con acceso</i>	<i>Sin acceso</i>	<i>Total</i>	<i>Índice de acceso</i>
<i>Estado civil</i>				
Casado(a)	410 065	1 502 993	1 913 058	1.060
Legalmente separado(a)	7 450	32 509	39 959	0.890
Divorciado(a)	7 297	30 287	37 584	0.936
Viudo(a)	45 607	176 548	222 155	1.003
Soltero(a)	745 889	2 981 301	3 727 190	0.972
Total	1 216 308	4 723 638	5 939 946	
<i>Tipo de composición familiar</i>				
Pareja sin hijos	101 154	387 818	488 972	1.020
Pareja sin hijos y con pariente(s)	36 963	134 460	171 423	1.075
Pareja con hijo(s)	928 071	3 588 417	4 516 488	1.012
Pareja con hijo(s) y pariente(s)	123 431	489 867	613 298	0.985
Mujer soltera con hijo(s)	86 805	376 910	463 715	0.901
Mujer sin cónyuge con hijo(s) y pariente(s)	40 680	170 287	210 967	0.934
Hombre sin cónyuge con hijo(s)	19 823	76 298	96 121	1.016
Hombre sin cónyuge con hijo(s) y pariente(s)	8 217	35 036	43 253	0.917
Otro	42 506	168 046	210 552	0.989
Total	1 387 650	5 427 139	6 814 789	
<i>Sector de actividad</i>				
Agrícola	441 969	1 466 404	1 908 373	1.094
Industria	20 982	101 014	121 996	0.754
Construcción civil	20 573	86 086	106 659	0.867
Comercio y servicios	29 817	155 431	185 248	0.696
Administración pública	10 402	46 044	56 446	0.820
Servicios de utilidad pública	21 888	101 901	123 789	0.779
Otras actividades de servicio	1 504	8 158	9 662	0.669
Servicios domésticos	14 403	72 802	87 205	0.718
Total	561 538	2 037 840	2 599 378	

(continúa)

Cuadro 5
(concluye)

<i>Variables</i>	<i>Con acceso</i>	<i>Sin acceso</i>	<i>Total</i>	<i>Índice de acceso</i>
<i>Posición en la ocupación</i>				
Empleados con tarjeta de trabajo firmada	44 213	227 025	271 238	0.711
Servidores públicos militares y estatutarios	8 496	40 639	49 135	0.763
Empleados sin tarjeta de trabajo firmada	136 846	587 839	724 685	0.850
Cuenta propia	130 446	489 074	619 520	0.973
Empleadores	807	5 072	5 879	0.581
No pagado	33 178	104 383	137 561	1.160
Trabajadores en producción para su propio consumo	219 317	638 080	857 397	1.254
Total	573 302	2 092 112	2 665 415	
<i>Ingreso familiar per cápita en salarios mínimos</i>				
Hasta ½ SM	1 168 123	4 562 795	5 730 918	1.006
+ ½ hasta 1 SM	271 081	1 065 688	1 336 769	1.000
+ de 1 a 2 SM	48 021	209 117	257 138	0.903
+ de 2 a 3 SM	3 660	20 254	23 914	0.710
+ de 3 a 5 SM	1 724	7 924	9 648	0.855
+ de 5 SM	499	4 267	4 766	0.460
Total	1 493 108	5 870 045	7 363 153	
<i>Ingresos mensuales habituales de jubilación o pensión</i>				
No	1 007 326	3 968 572	4 975 898	0.986
Sí	208 479	753 255	961 734	1.075
Total	1 215 805	4 721 827	5 937 632	
<i>Ingreso mensual habitual del PBF/PETI</i>				
No	1 010 213	3 947 783	4 957 996	0.994
Sí	205 592	774 045	979 637	1.032
Total	1 215 805	4 721 827	5 937 633	
<i>Ingresos mensuales habituales de otros programas sociales o transferencias</i>				
No	1 199 222	4 662 595	5 861 817	0.999
Sí	16 583	59 232	75 815	1.087
Total	1 215 805	4 721 827	5 937 632	

Fuente: Microdatos del Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Para la primera característica, que es la escolaridad, se observa que el acceso a cisterna por parte de las personas nunca migrantes es menor a medida que aumenta su nivel de instrucción. Éste es un resultado que concuerda con la literatura sobre los motivos de la migración, ya que la escolaridad es un recurso determinante en la decisión de migrar por permitir aprovechar mejores ingresos u oportunidades de empleo en el destino (Borjas, 2013). Así, se visualiza una relación negativa entre escolaridad e inmovilidad en esta población.

Eventos del curso de vida, como el matrimonio, también son factores importantes a considerar (Grundy, 1992). Se nota que el estado civil de casado(a) es el que más influye en el índice de acceso a cisterna, es decir, entre aquellos que nunca migraron el acceso es mayor para los casados en relación con los demás estados civiles. Las demás categorías que se destacan son la de viudo(a) y soltero(a), en ese orden. Es interesante resaltar que el estado civil de soltero tiene particularidades tratándose de la población rural en estudio. Con base en el Censo Demográfico de 2010, el 25% de las personas en esta categoría tienen como naturaleza de la unión el matrimonio sólo religioso o la unión consensual, siendo esta última la más significativa. Esto muestra que estar casado, sea matrimonio civil, religioso, o unión consensual, es una característica destacada entre aquellos que nunca migraron, lo que reafirma el hecho de que tener un cónyuge aumenta la posibilidad de tomar la decisión de quedarse.

Tener hijos es otro evento que está relacionado con el acceso de los nunca migrantes a las cisternas. El índice fue mayor que uno para parejas con o sin hijos y para hombres sin cónyuge con hijos, indicando que estas composiciones tienen mayor acceso a las cisternas entre los nunca migrantes. Se destacaron composiciones familiares con parejas, incluso sin hijos, así como composiciones con hijos, también sin cónyuge, lo que significa que tener hijos de igual forma se asocia con mayor acceso, independientemente del estado conyugal.

Desde una perspectiva más socioeconómica, cabe recordar que la actividad económica predominante en la región es la agricultura, por lo que el agua se convierte en un recurso más que necesario para el cultivo y la cría de animales. Los datos presentados al respecto en el Cuadro 5 muestran que la mayor posibilidad de acceso a la cisterna, para aquellos que nunca migraron, corresponde a las personas que trabajan en el sector agrícola. Esto muestra la importancia del recurso para la permanencia de la población rural en su lugar de nacimiento, ya que no sólo asegura el consumo humano, sino que también da soporte a la producción agrícola.

El análisis de la posición en la ocupación resalta esta importancia, al observar que el acceso a la cisterna es mayor para los nunca migrantes que son trabajadores en la producción para el propio consumo o trabajadores no remunerados, categorías que señalan que se trata de agricultura familiar.

En cuanto al rendimiento familiar per cápita, se verifica que las familias que nunca han migrado tienen mayor posibilidad de ser beneficiarias de la cisterna cuando el rendimien-

to está por debajo de un salario mínimo. Este resultado está de acuerdo con el criterio de acceso al Programa Cisternas, ya que éste prioriza atender a las familias rurales de bajos ingresos que no tienen acceso a la red general de distribución de agua. Se observa que, incluso en un escenario de desventaja social, dado el bajo rendimiento, las familias rurales disfrutaban de un recurso que mejora las condiciones de vida y favorece la permanencia en este entorno.

La protección social, especialmente en lo que se refiere a las transferencias de renta, también muestra una relación con el acceso a una cisterna. Tener acceso a estos beneficios, ya sea jubilación, pensión, jubilación rural, PBF, PETI u otros programas sociales o transferencias, como el Beneficio de Pago Continuo (BPC), está vinculado con el mayor acceso a las cisternas de los que nunca han migrado. Asegurar una fuente de remuneración para las familias en situación de pobreza, con trabajadores cuyo rendimiento es inestable, con personas mayores que necesitan asistencia, con niños y adolescentes que deben estar en la escuela y no trabajando, son beneficios que se suman a los proporcionados por la cisterna.

Con base en estos resultados, se ve que hay una sinergia entre los diferentes programas que fortalecen la protección social en las zonas rurales de la Caatinga. Así, la disponibilidad de agua está íntimamente relacionada con el acceso a programas sociales de transferencia de renta directa y de jubilación o pensión, que juntos propician la mejora de las condiciones de vida de la población local. Esto se configura como una estructura de resiliencia relevante para enfrentar las vulnerabilidades cotidianas presentes en la Caatinga. El acceso a la renta no sólo garantiza la alimentación, sino que también ayuda a evitar la falta de agua en el hogar, especialmente durante períodos de sequía, al facilitar la compra de agua transportada por camiones para abastecer las cisternas, y mantener viva así la esperanza de los pobladores de permanecer en su tierra.

Consideraciones finales

El principal objetivo de este trabajo fue, a partir de un análisis espacial, verificar si el hecho de que algunas personas nunca hayan migrado del área rural estaría asociado al acceso al agua facilitado por las cisternas. Se observó que gran parte de las personas que nunca migraron del área rural del Nordeste residen en la zona delimitada por el bioma Caatinga, al igual que buena parte de quienes residen en hogares con acceso a cisterna.

Los métodos aplicados identificaron áreas donde la inmovilidad y el acceso a cisterna están relacionados a partir de altos porcentajes para ambos indicadores. Estas áreas presentaron una dependencia espacial propia, que se diferenciaba significativamente de las demás y no se restringía a los límites estatales, como fue el caso del agrupamiento de los municipios entre las fronteras de Piauí, Bahía y Pernambuco, ubicados en el centro de la región Nordeste.

Para este clúster (alto-alto), el GWR mostró, además, los municipios en los que el acceso a una cisterna presentaba mayor influencia sobre la inmovilidad. Con una calidad significativa de ajuste del modelo, se observó que el aumento de una persona con acceso a cisterna está relacionado con el aumento de dos personas, en promedio, que nunca han migrado, destacándose una concentración de municipios de Pernambuco.

Por lo tanto, se puede conjeturar que las cisternas tienen influencia en la decisión del sertanejo de nunca haber migrado del área rural de la Caatinga. Sin embargo, se debe reconocer que el acceso a este recurso por sí solo no es suficiente para explicar la inmovilidad de la población y que hay otros factores que pueden haber contribuido a que un mayor número de sertanejos permanezcan en la región, incluso en los clústeres donde la relación con las cisternas no fue tan evidente. Esta permanencia parece estar condicionada por una mezcla de factores positivos y negativos, donde aquellos más favorables ayudan a mitigar y a lidiar con los que imponen limitaciones, como la baja escolaridad y la disminuida remuneración. En este sentido, como favorable, es importante resaltar la relevancia de la sinergia de las cisternas con otros programas sociales, como la transferencia de renta directa, que al aumentar la capacidad de resiliencia, amplían las estrategias de respuesta disponibles más allá de la migración.

Aunque los métodos aquí adoptados, así como la base de datos, no permiten una asociación causal directa, los resultados obtenidos dieron indicios relevantes sobre la importancia de las políticas públicas en la formación de la resiliencia en espacios marcados por una evidente superposición de vulnerabilidades. Además, es preciso resaltar la relevancia del Censo de 2010, que, a pesar de estar relativamente desfasado, sigue siendo el más actual disponible en términos de microdatos, lo que permitió realizar un análisis contextualizado del impacto inicial del Programa Cisternas en la región, al tratarse del primer censo después de la implementación del P1MC, en 2003.

Referencias

- Almeida, E. (2012). Análise exploratória de dados espaciais. En E. Almeida, *Econometria. Espacial aplicada* (pp. 101-147). Campinas, SP: Alínea. http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/Almeida_cap_4.pdf
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Anselin, L., Syabri, I. y Kho, Y. (2006). GeoDa: An introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis*, 38(1), 5-22. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x>
- Arsky, I. C. (2020). Os efeitos do Programa Cisternas no acesso à água no semiárido. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 55, 408-432. <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73378/42390>
- ASA. (2023a). *Semiárido. É no Semiárido Que a Vida Pulsa!* São Paulo: Articulación del Semiárido Brasileño. <https://www.asabrasil.org.br/semiárido>

- ASA. (2023b). *Ações*. São Paulo: Articulação del Semiárido Brasileiro. <http://www.asabrasil.org.br/acoes/>
- ASA. (2023c). Mapa de tecnologias: dados gerais. São Paulo: Articulação del Semiárido Brasileiro <https://www.asabrasil.org.br/mapatecnologias/#>
- Barreto, P. H. (2009). História. Seca, fenômeno secular na vida dos nordestinos. *Desafios do Desenvolvimento*, 6(48). https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1214:catid=28&Itemid=23
- Barros, A. R., Magalhães, A. M., Oliveira, A. y Correia, R. (2012). *Pesquisa de avaliação de impacto do Programa P1+2.- Linha de base*. Brasília: Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação. <https://fpabramo.org.br/acervosocial/wp-content/uploads/sites/7/2017/08/314.pdf>
- Brito, F. (1999). Minas e o Nordeste: perspectivas migratórias dos dois grandes reservatórios de força de trabalho. *II Encontro Nacional sobre Migração*. Associação Brasileira de Estudos Populacionais.
- Borjas, G. J. (2013). *Labor economics*. Nueva York: Mac Graw Hill. http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/q3e6P2_Labor_Economics-_6th_Edition.pdf
- Câmara, G., Carvalho, M. S., Cruz, O. G. y Correa, V. (2004). Análise espacial de áreas. En S. Druck, M. S. Carvalho, G. Câmara y A. V. M. Monteiro (eds.), *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: Embrapa. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>
- Camarano, A. A. y Abramovay, R. (1999). *Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos*. (Texto para discussão, 621). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2651/1/td_0621.pdf
- Campello, T. (2016). Prefácio. En P. Jannuzzi, T. Falcão, I. Castro y A. de Campos (orgs.), *Cadernos de estudos desenvolvimento social em debate*, 25 (pp. 5-8). Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome / Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação. <https://fpabramo.org.br/acervosocial/wp-content/uploads/sites/7/2017/08/432.pdf>
- Campos, M. (2014). Uma questão de imobilidade: onde vivem os brasileiros que nunca migraram. *Anais do XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. São Pedro. <https://proceedings.science/encontro-abep/abep-2014/trabalhos/uma-questao-de-imobilidade-onde-vivem-os-brasileiros-que-nunca-migraram?lang=pt-br>
- Campos, A. y Alves, A. M. (2014). O Programa Água Para Todos: ferramenta poderosa contra a pobreza. En T. Campello, T. Falcão y P. V. da Costa (orgs.), *O Brasil sem miséria* (pp. 467-492). Brasil: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. https://www.researchgate.net/publication/328968039_O_Brasil_sem_Miseria
- Carmo, R. L., Dagnino, R. S., Feitosa, F. F., Johansen, I. C. y Craice, C. (2013). População, renda e consumo urbano de água no Brasil: interfaces e desafios. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/ea6a64ffc76c211d6b7749ab8444b626_bf87b0b219dd784ffa049f367598e626.pdf
- Costa, P. V. M. (2020). *Mobilidade populacional e vulnerabilidade sociodemográfica no contexto da transposição do Rio São Francisco* [Tesis de maestría en Demografía, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal]. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/29515>

- Costa, P. V. M. y Ojima, R. (2020). Transposição do rio São Francisco e a vulnerabilidade sociodemográfica: desafios ao bem-estar da população sertaneja. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 55, 141-165. <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73381/42378>
- Craide, S. (2023). Programa Cisternas será retomado, com investimento de R\$ 562 milhões. Mais de 60 mil famílias devem ser beneficiadas em 2023. *Agência Brasil*. <https://shorturl.at/Zs6RX>
- Cunha, J. M. P. y Baeninger, R. (2000). A migração nos Estados Brasileiros no período recente: principais tendências e mudanças. En D. J. Hogan, J. M. P. da Cunha, R. Baeninger y R. L. do Carmo (orgs.), *Migração e ambiente em São Paulo. Aspectos relevantes da dinâmica recente* (pp. 17-60). Campinas: Núcleo de Estudos de População / UNICAMP. https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/migracao_ambiente/migracao_ambiente.pdf
- Da Mata, D., Emanuel, L., Pereira, V. y Sampaio, B. (2023). Climate adaptation policies and infant health: Evidence from a water policy in Brazil. *Journal of Public Economics*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2023.104835>
- Diniz, P. C. O. y Lima, J. R. T. (2017). Mobilização social e ação coletiva no Semiárido Brasileiro: convivência, agroecologia e sustentabilidade. *Redes*, 22(2), 189-207. <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9353>
- Freitas, M. W. D. (2023). *Regressão geograficamente ponderada (GWR): análise de fenômenos com heterogeneidade espacial*. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. https://mundogeoconnect.com/2011/arquivos/palestras/marcos_wellau_sen_dias_de_freitas-regressao_geograficamente_ponderada.pdf
- Fusco, W. (2012). Regiões metropolitanas do Nordeste: origens, destinos e retornos de migrantes. *Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana*, 20(39), 101-116. <https://www.scielo.br/j/remhu/a/Sc4vqst37D3Zt6mpmp59Ggf/?format=pdf&lang=pt>
- Fusco, W. y Ojima, R. (2015). Migrações e nordestinos pelo Brasil: uma breve contextualização. En R. Ojima y W. Fusco (orgs.), *Migrações Nordestinas no Século 21. Um panorama recente* (pp. 12-26). São Paulo: Edgard Blücher. <https://pdf.blucher.com.br/openaccess/migracoes-nordestinas/04.pdf>
- Fushita, A. T. y Vasconcelos, V. V. (2020). *Análise de dependência espacial em R*. Santo André: Universidade Federal do ABC. [Archivo de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=te1VN9ivcM>
- Garcia, F. (2010). *A seca de 1877-1879*. Fortaleza em Fotos. <http://www.fortalezaemfotos.com.br/2010/11/seca-de-1877-1879.html>
- Grundy, E. (1992). The household dimension in migration research. En T. Champion y T. Fielding (orgs.), *Migration processes and patterns. Vol. I: Research progress and prospects* (pp. 165-174). Londres: Belhaven Press.
- Grupo de Foz. (2021). Capítulo 2. A evolução demográfica no mundo, na América Latina e nos países lusófonos. En Grupo de Foz (org.), *Métodos demográficos: uma visão desde os países de língua portuguesa* (pp. 33-76). São Paulo: Blücher. <https://pdf.blucher.com.br/openaccess/9786555500837/completo.pdf>
- Hogan, D. J., Marandola Jr., E. y Ojima, R. (2010). *População e ambiente: desafios à sustentabilidade. Vol. 1*. São Paulo: Blücher.
- IBGE (2010). *Censo 2010*. Río de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística. <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>

- IBGE (2024). Malla del Bioma Caatinga. *Biomás*. Río de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomás.html>
- Leite, P. S. y Nogueira, F. A. (2017). *Soluções para as secas*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil / HBM Gráfica Digital. https://www.academia.edu/37316271/SOLU%C3%87%C3%95ES_PARA_AS_SECAS_pdf
- Lopes Patarra, N. L. (2003). *Movimentos migratórios no Brasil: tempos e espaços*. (Textos para discussão, 7). Río de Janeiro: Escola Nacional de Ciências Estatísticas. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv84115.pdf>
- Martine, G. (2015). Prefácio. En R. Ojima y W. Fusco (orgs.), *Migrações Nordestinas no Século 21. Um panorama recente* (pp. 6-10). São Paulo: Edgard Blücher. <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/prefcio-19345/>
- MIDR (2023). *Projeto de Integração do Rio São Francisco*. Ministerio de Integración y Desarrollo Regional. <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco>
- Ojima, R. y Martine, G. (2012). Resgates sobre população e ambiente: breve análise da dinâmica demográfica e a urbanização nos biomas brasileiros. *Ideias*, 3(2), 55-70. <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ideias/article/view/8649348/15903>
- Rigotti, J. I. R., Campos, J. y Hadad, R. M. (2017). Migrações internas no Brasil: (des)continuidades regionais à luz do Censo Demográfico 2010. *Revista Geografias*, 8-24. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13444/10675>
- Ruediger, M. A. (coord.). (2018). *Análise da efetividade do Água para Todos: avaliação de mérito do programa quanto à eficácia, à eficiência e à sustentabilidade*. Río de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas / Diretoria de Análise de Políticas Públicas. <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/6eb7bb9a-e66b-4ede-ac47-a8555d1cbfef/content>
- Santana Filho, J. R. (2007). Projeto São Francisco: garantia hídrica como elemento dinamizador do semi-árido nordestino. *Inclusão Social*, 2(2), 14-18. <https://revista.ibict.br/inclusao/article/download/1598/1804>
- SIDRA. (2023a). *Censo Agropecuário: características dos estabelecimentos agropecuários* [Tablas 1012 y 6860]. Río de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística, Sistema IBGE de Recuperación Automática. <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/CA/A/43/T/Q>
- SIDRA. (2023b). *Censo Demográfico 2022. População e domicílios. Primeiros Resultados do Universo*. Río de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística, Sistema IBGE de Recuperación Automática. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/primeiros-resultados>
- Silva, R. M. A. (2010). *Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido. Transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/167/3/2010_STD_12.pdf
- Singer, P. (1973). Migrações internas: considerações teóricas sobre seu estudo. En P. Singer (org.), *Economía política da urbanização* (pp. 29-62). Brasil: Contexto.

Nota de los autores

Este trabajo fue realizado con el apoyo de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior, Brasil (Capes), código de financiamiento 001. Una versión anterior de esta investigación fue discutida y publicada en portugués en las actas del VI Seminario sobre Desarrollo, Estado y Sociedad y del XXII Encuentro Nacional de Estudios de Población, ABEP.

ACERCA DE LOS AUTORES

Paulo Victor Maciel da Costa es licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad Regional do Cariri y maestro en Demografía del Programa de Posgrado en Demografía (PPGDem) de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte. Actualmente cursa el doctorado en Demografía en el PPGDem y es becario de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (Capes). Sus líneas de investigación son: migración, políticas públicas, población y medio ambiente, vulnerabilidad y resiliencia sociodemográfica, dinámica demográfica, desarrollo rural y urbanización.

Ricardo Ojima es científico social, magíster en Sociología y doctor en Demografía. Es profesor del Departamento de Demografía y Ciencias Actuariales de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN) y es coordinador del área de Planificación Urbana y Regional / Demografía (Capes, 2022-2026). Fue presidente de la Asociación Brasileña de Estudios de Población (ABEP, 2017-2020). Desarrolla investigaciones que abordan temas como población y medio ambiente, movilidad poblacional, y migración y urbanización. También actúa en el campo de la divulgación científica como coordinador del Observatorio de Análisis Sociodemográfico del Noreste y es productor de *Rasgaí*, un podcast del Programa de Posgrado en Demografía, ambos de la UFRN.

Járvis Campos es licenciado y magíster en Geografía por la PUC-Minas y doctor en Demografía por el Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) / Universidade Federal de Minas Gerais. Es profesor adjunto del Departamento de Demografía y Ciencias Actuariales y miembro permanente del Programa de Posgrado en Demografía, ambos en la Universidad Federal de Rio Grande do Norte. Tiene experiencia en las áreas de demografía espacial, proyecciones y estimaciones poblacionales, distribución espacial de la población y migración. Actualmente es becario de Productividad en Investigación del CNPq (nivel 2). Es coordinador del Comité de Proyecciones y Estimaciones Demográficas de la Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP).