

Revista **GEOGRÁFICA VENEZOLANA**

ISSN e 2244-8853



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
VENEZUELA

Volumen

61(1)2020

enero-junio



**INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA, VENEZUELA**

AUTORIDADES

RECTOR

Mario Bonucci Rossini

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Manuel Aranguren

VICERRECTORA ACADÉMICA

Patricia Rosenzweig

SECRETARIO

José María Andérez

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Darío Garay

DIRECTORA INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Gloria Yulier Cadena Montero

DIRECTOR ESCUELA DE GEOGRAFÍA

Julio Quintero

EDITORA RESPONSABLE

Delfina Trinca Figuera (ULA-Ve)

EDITORES ASOCIADOS

Carlos Ferrer Oropeza (ULA-Ve) (†)

Enrique Gómez Acosta (ULA-Ve)

SECRETARIA EDITORIAL

Consuelo Vargas

CORRECTOR DE INGLÉS

Miguel Gutiérrez

CONCEPTO GRÁFICO Y DISEÑO EDITORIAL

Reinaldo Sánchez Guillén

vandrakor@gmail.com

COMITÉ EDITORIAL

Rogelio Altez (UCV-Ve)

Mónica Colombara (UNLZ-Ar)

Pedro Cunill (UCV-Ve)

María Adélia De Souza (USP-Br)

Raúl Estévez (ULA-Ve)

Nubis Pulido (ULA-Ve)

Ángel Massiris (UPTC-Co)

Blanca Ramírez Velázquez (UAM-Mx)

Carmen Rivero (UCV-Ve)

José Rojas López (ULA-Ve)

María Laura Silveira (UBA-Ar)

André-Louis Sanguin (Sorbona-Fr)

MIEMBROS HONORARIOS

Luis Aguilar (ULA-Ve)

Ceres Boada Jiménez (ULA-Ve)

María Teresa Delgado de Bravo (ULA-Ve)

Rosa Estaba (UCV-Ve)

Irma Guillén (ULA-Ve)

Orlando Gutiérrez (ULA-Ve)

Elías Méndez (ULA-Ve)

Luisa Molina (ULA-Ve)

Carlos Muñoz (ULA-Ve)

Rosa Ramírez (ULA-Ve)

Andrés Rojas Salazar (ULA-Ve)

Jóvito Valbuena (ULA-Ve)

Fotografía de portada: Henry González, Salto Ángel (Kerepakupai Vaná, en lengua Pemón quiere decir "salto del lugar más profundo"), con una caída ininterrumpida de 807 m y una altura de 979 m, es la cascada más alta del mundo. Se localiza al sur de Venezuela, en el Parque Nacional Canaima.

Descripción. La *Revista Geográfica Venezolana* es el órgano divulgativo del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Publica investigaciones en todos los campos de la Geografía y ciencias afines, bajo la modalidad de artículos. En la sección de Notas y Documentos se presentan resultados parciales de investigaciones, informes técnicos, reflexiones y propuestas teóricas y metodológicas de interés científico. Igualmente, en la sección Bibliografía Crítica, se ofrecen reseñas de obras consideradas de interés para los lectores. Todos los artículos y los documentos que lo requieran son sometidos a arbitraje bajo el sistema doble ciego. Las opiniones son responsabilidad de los autores. Esta revista está dirigida a profesionales (investigadores y docentes) del campo de la geografía y ciencias relacionadas.

Ventas. Venta directa de cada número: desde el volumen VIII hasta el 55(1): 50.000 Bs.; desde el volumen 55(2) versión digital (CD Rom): 100.000 Bs.

Envío de trabajos. Información acerca de cómo elaborar artículos se ofrece en las páginas finales de cada número en el punto 'Instrucciones a los Autores'. También en: www.saber.ula.ve/regeoven. Los trabajos deberán ser enviados por correo electrónico a: regeoven@gmail.com. Contacto con Secretaría: E-mail: regeoven@ula.ve Teléfono: + 58 274 2401612.

Indización. La *Revista Geográfica Venezolana* está indizada en: Geobase, Geodate Base, Periódica (UNAM, México), Revencyt (bajo el código de identificación RVR 005), Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), FONACIT (reg2005000002), Latindex-Catálogo, Geographical Abstracts (Human Geography and Physical Geography), International Development Abstracts, Public Affairs Information Service Bulletin (PAIS), Bibliography and Index of Geology, Informe Académico y Academic OneFile, Gale Cengage Learning, Dialnet, Redalyc, Scopus, SCImago Journal Rank y Emerging Source Citation Index (ESCI). También "Esta revista está incluida en la colección SciELO Venezuela (www.scielo.org.ve)".

2020. VOLUMEN 60. DOS NÚMEROS POR AÑO
2020. VOLUME 60. NUMBER OF ISSUES PER YEAR: 2
www.saber.ula.ve/regeoven

Scope. The *Revista Geográfica Venezolana* is the official journal of the Institute of Geography and Natural Resources Conservation. The journal publishes high quality original research on all aspects of the geographical science and related fields. The topics covered include papers, notes or short communications and books review. All contributions are sent to at least two referees (peer review). The opinions are responsibility of the authors. Intended readership: Researchers and scientist in geography and related fields.

Prices. Local prices: until volume 55(1): 50.000 Bs.; per issue until volume 55(2) CD Rom: 100.000 Bs.

Written submission. Information about written submission is available at each issue of the journal in Instructions to the Authors. All papers must be sent by email to: regeoven@gmail.com. Secretariat's contacts: E-mail: regeoven@ula.ve Phone: + 58 274 2401612.

Indexation. The journal is abstracted and indexed in: Geobase, Geodata Base, Periódica (UNAM, México), Revencyt (Identification Code: RVR 005), Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), Fonacit (reg2005000002), Latindex, Geographical Abstract (Human Geography and Physical Geography), International Development Abstract, Public Affairs Information Service Bulletin (PAIS), Bibliography and Index of Geology and Informe Académico, Gale Cengage Learning, Dialnet, Redalyc, Scopus, SCImago Journal Rank, Emerging Source Citation Index (ESCI) and SciELO Venezuela.

ARTÍCULOS PAPERS

-
- 12-24** Alba Lorena Benavides Sierra, Leydi Xiomara Cárdenas Molano, Álvaro Vargas Calero, Ana Carolina Campos Alba y Gabriel Ricardo Cifuentes Osorio
Dinámica de nitrógeno y fósforo en la quebrada 'Los Pozos', afluente del lago Tota, Boyacá, Colombia
Dynamics of nitrogen and phosphorus in the stream 'Los Pozos', tributary of the lake Tota, Boyacá, Colombia
-
- 26-39** Claudete Silveira Damas Machado, Andressa Damas Machado e Leila Nalis Paiva da Silva Andrade
Estudos granulométricos em ambientes fluviais: rio Teles Pires, município de Nova Canaã do Norte, Brasil
Granulometric studies in fluvian environments: River Teles Pires, municipality of New North Canaã, Brazil
-
- 40-55** Marco P. Cevallos, Edgar J. Jaimes, José G. Mendoza, María J. Jiménez y Gabriel E. Casanova
Ordenamiento territorial rural de acuerdo con la capacidad de uso de la tierra, microcuenca Rumipamba, Ecuador
Rural land-use planning according to land use capability, Rumipamba micro basin, Ecuador
-
- 56-70** Charles Caioni, Sandra Mara Alves da Silva Neves, Santino Seabra Junior e Junior Miranda Scheuer
Sustentabilidade da produção hortícola familiar do município de Carlinda, Mato Grosso, Brasil
Sustainability of the family vegetable production in the municipality of Carlinda, Mato Grosso, Brazil
-
- 72-87** Carlos Guillén y Graciano Elizalde
Diagnóstico de cicatrices de erosión en masa, cuenca del río Caramacate, Venezuela
Diagnosis of mass landslides cicatrices in the basin of the Caramacate River, Venezuela
-
- 88-98** Danyelly Feitosa da Costa, Wellington de Pinho Alvarez e José Antônio Herrera
Susceptibilidade erosiva em bacia hidrográfica na Amazônia: exploração da paisagem e soterramento de nascentes na sub-bacia do Jaurucu em Brasil Novo, Pará
Erosive susceptibility in watershed in Amazonia: landscape exploration and burial of springs in the Jaurucu sub-basin in Brasil Novo, Pará
-
- 100-119** Salomón Ramírez, Carolina Espejo, Mauricio Ramírez, Alexander Páez y Dustin Gómez
Metodología para evaluación de la exactitud posicional vertical de los modelos digitales de elevación derivados de sensores remotos
Method for vertical accuracy assessment of digital elevation models derived from remote sensing data
-
- 120-131** Daniel de Oliveira Soares e Alex Mota dos Santos
Avaliação GEOINT do índice de risco para mortes de policiais em serviço na cidade do Rio de Janeiro, Brasil
GEOINT evaluation of risk index for police deaths in service in the Rio de Janeiro city, Brazil
-
- 132-146** Iliana Villerías Alarcón y Ma. del Carmen Juárez Gutiérrez
Asociación espacial de la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón en Guerrero, México
Spatial association of mortality for ischemic heart diseases in Guerrero, Mexico
-

-
- 148-161** Antônia Brito Farias e Leila Nalis Paiva da Silva Andrade
Exploração aurífera no município de Peixoto de Azevedo, Mato Grosso, Brasil: uma análise histórica, socioeconômica e ambiental
Gold exploration in the municipality of Peixoto de Azevedo, Mato Grosso, Brazil: a historical, socioeconomic and environmental analysis
-
- 162-176** Daniela Cristina Rey Romero, José Antonio Pérez Roas y Ángela María Henao Orozco
Estimación de la oferta hídrica en una microcuenca sin mediciones de los Andes venezolanos
Water supply estimate in an ungauged micro-basin in the Venezuelan Andes
-
- 178-192** Yhimaina J. Trejo U.
Uso de indicadores demográficos en los estudios de impacto ambiental y socio-cultural
Use of demographic indicators in environmental and socio-cultural impact studies
-

NOTAS Y DOCUMENTOS *NOTES AND DOCUMENTS*

-
- 196-206** Camila Oliveira Albuquerque, Salomão José Dias de Santana e Silva e Ivan Fortunato
Google Earth, Google Maps e Kahoot em aulas de geografia: relato de experiências
Google Earth, Google Maps and Kahoot in Geography classes: experience reports
-
- 208-218** Julio A. Alvarado Vélez y Jennifer Mabel Ube Olvera
Movimientos campesinos en Ecuador: ¿poseen racionalidad ambiental?
Peasant movements in Ecuador: do they have environmental rationality?
-
- 220-233** Antonio Vázquez Pérez, Wilbert Manuel Saltos Araus, Carlos Gustavo Villacreses Viteri y María Rodríguez Gámez
Un modelo para el desarrollo energético sostenible. La universidad, la geografía y los recursos endógenos
A model for sustainable energy development. The university, geography and endogenous resources
-
- 234-247** Maria Liziane Souza Silva e Maria das Graças Silva Nascimento Silva
A corrida pelo El Dorado na Amazônia e a saga dos povos da floresta
The Dorado race for in the Amazon and the saga of the people of the forest
-

BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA *BOOKS REVIEW*

-
- 250-252** Israel Cabeza-Morales
Cohesión Territorial: Reduciendo los desequilibrios territoriales
Territorial cohesion: reducing the territorial imbalances
-

EDITORIAL

Paisaje y Geografía

Landscape and Geography

Delfina Trinca FigheraEDITORA RESPONSABLE
<https://orcid.org/0000-0001-7878-3840>

En fecha reciente se celebró en la ciudad de Mérida un simposio cuyo objetivo central fue disertar sobre la categoría paisaje. Del 10 al 12 de febrero, los participantes y asistentes se dedicaron a reflexionar sobre este concepto tan caro para la ciencia geográfica, pero también tan pleno de vida para quienes se constituye en objeto de interés artístico. Este simposio es una extensión de varios foros que se han dedicado a reunir, cada dos años, desde el 2002, a pesar de las inúmeras dificultades para su realización, a investigadores interesados en el paisaje y la cultura. Estos foros, al igual que el simposio han sido organizados por colegas profesores de la Escuela de Geografía (Rebeca Pérez Arriaga) y del núcleo universitario “Pedro Rincón Gutiérrez” (Mario Valero Martínez), de la Universidad de Los Andes.

Ciertamente, la categoría paisaje es de uso relativamente reciente en el campo de la ciencia geográfica, aun cuando se viene utilizando desde hace mucho tiempo en el mundo de las artes. Se sabe que ya en el siglo XV y principios del XVI, el término paisaje emerge como una herramienta para denominar al territorio representado en pinturas. En ambos mundos, su interés se ha centrado en la fisonomía de la Tierra y sus implicaciones a través del uso o la representación de sus formas, es decir, del paisaje. Desde su definición, el paisaje tiene asociada una dimensión artística: representar el entorno o la porción de la tierra que el ojo puede abarcar de un simple vistazo y, entre el público no especializado, observar un paisaje era trasladarse al lugar representado en el lienzo. Esta aproximación entre el artista y su representación ha variado a través del tiempo.

Según algunos autores, el concepto tiene sus raíces en dos bases lingüísticas: la germánica con los términos *landschaft*, del alemán, *landskip* del holandés y *landscape*, del inglés; y la romance, donde se hacen presentes el *paesaggio* italiano, el *paysage* francés, el *paisagem* portugués y el *paisaje* español. Su objeto de representación era la campiña; el encuentro de la vida del hombre con su entorno.

Ya en siglo XIX, el concepto pasa del mundo de las artes al de la ciencia y se inserta en la geografía como una categoría que devela elementos naturales y humanos. Corren los tiempos de la ‘separación’ del conocimiento y del arte. Las reflexiones de los geógrafos pertenecían al mundo intelectual, mientras que las obras pictóricas, refiriéndose a veces a los mismos escenarios, se encontraban en los terrenos del arte. El romanticismo fue su cuna, en tanto que movimiento intelectual que emerge como reacción al racionalismo de la Ilustración y al neoclasicismo. Es así como sus primeras apariciones en la literatura académica ocurren a fines de este siglo, años 1884/1885, de la

mano de A. Oppel, quien escribió un libro que lleva por subtítulo 'Intento de fisonomía de la totalidad de la superficie terrestre', texto que fue vital para que W. Morris Davis (1899) describiera el ciclo geográfico en el que analiza la sucesión de formas del paisaje. Más adelante, el geógrafo Passarge (1919) se refiere a la llamada geografía del paisaje como estudio del paisaje, el cual definió como 'el aprendizaje del orden y penetración de los espacios y su fusión con componentes singulares de un territorio'. Aun cuando lo señalado no puede catalogarse como una definición precisa, los trabajos de Passarge fueron sumamente importantes y colocaron al paisaje en el centro de la investigación geográfica. Pero también lo fueron los aportes de Vidal de la Blache, quien sostenía, ya en 1908, que la interpretación del paisaje era uno de los principales objetos de la geografía, centrándose su estudio en el análisis y la síntesis, por lo que su método por excelencia lo era el trabajo de campo. De esta manera, se le considera como uno de los ejes que estructuraban el conocimiento geográfico y vinculado, además, a los conceptos de región y provincia fisiográfica.

Carl Sauer, geógrafo norteamericano, y considerado el padre de la geografía cultural, publica en 1925 su conocido texto 'La morfología del paisaje', en el que señala, entre muchas otras cosas, que el paisaje se refiere a un área compuesta por una asociación distintiva de formas físicas y culturales, área que posee forma, estructura, función y, en consecuencia, posición en un sistema sujeto a desarrollo, lo que significa sujeto a cambios.

Lo señalado hasta ahora nos muestra con toda claridad que revisar o trabajar con las ideas de cualquier autor es trabajar también con la época en la que ese autor o autores vivieron. De allí que, la geografía debe buscar entender la historia del presente, ya que es la actualidad lo que le da significado al pasado. Por ello, es a través de la historia que nos aproximamos a lo que el paisaje tiene que decirnos: es pasado y presente, siendo por tanto el espejo del tiempo. Nos muestra el pasado visto desde el presente.

Sin duda, el paisaje fue la categoría central para la geografía hasta mediados del siglo XX, cuando a raíz de todos los cuestionamientos que se le hicieron por su naturaleza descriptiva y poco analítica, fue relegada, más no por ello, dejada de lado por los cultores de esta ciencia. Hasta nuestros días siguen apareciendo trabajos en los que este concepto es vital, pero en esencia, su doble naturaleza proveniente tanto del mundo biofísico como del humano, sigue nutriendo el interés por desvendar su particularidad a la luz de diferentes concepciones que tienen como resultado una variedad de interpretaciones en esa búsqueda permanente por comprender el mundo.

Deberíamos no olvidar que los conceptos son históricos. Tienen sentido en tanto que sirven para interpretar y comprender una época. Es por ello que su contenido está en permanente cambio, no siendo el mismo

del momento de su creación. Tener esto presente es, a nuestro entender, sumamente importante, en términos metodológicos, indistintamente de la lógica que guíe nuestra interpretación de la realidad de la que intenta dar cuenta el concepto.

NOTA: para la redacción de este editorial se consultaron, entre otros, los trabajos de Ramírez Velázquez Rebeca y Liliana López Levi. 2015. *Espacio, paisaje, región, territorio y lugar*. Colección: Geografía para el siglo XXI. Serie: Textos Universitarios N° 17. Universidad Nacional Autónoma de México / Universidad Autónoma de México. Urquijo, P. y N. Barrera. 2009. “Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista”. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 5(10): 227-252, y Carl Troll. 2003. “Ecología del paisaje”. *Gaceta Ecológica*, 68: 71-84, todos de suma utilidad para este fin.



ARTÍCULOS

PAPERS

Dinámica de nitrógeno

y fósforo en la quebrada ‘Los Pozos’,
afluente del lago Tota, Boyacá, Colombia

Dynamics of nitrogen and
phosphorus in the stream ‘Los Pozos’,
tributary of the lake Tota,
Boyacá, Colombia

Alba Lorena Benavides Sierra

Leydi Xiomara Cárdenas Molano

Álvaro Vargas Calero

Ana Carolina Campos Alba

Gabriel Ricardo Cifuentes Osorio

Universidad de Boyacá.

Sogamoso, Departamento de Boyacá, Colombia.

albenavides@uniboyaca.edu.co; lxcardenas@uniboyaca.edu.co; alvvargas@uniboyaca.edu.co;
accampos@uniboyaca.edu.co; grcifuentes@uniboyaca.edu.co

Resumen

Actividades antrópicas como la agricultura y el pastoreo, próximas a recursos hídricos, incrementan los niveles de fósforo y nitrógeno en el agua. Al ser arrastrados por escorrentía, enriquecen los cuerpos hídricos y facilitan procesos de eutrofización. Este estudio se realizó en la quebrada 'Los Pozos', uno de los principales afluentes del lago de Tota en el municipio de Aquitania, Boyacá, y su objetivo fue conocer la relación de actividades antrópicas con los contenidos de macronutrientes en seis estaciones de muestreo distribuidas a lo largo de la quebrada, en dos temporadas del año. Se evidenció que existe una relación directa entre las actividades antrópicas y los contenidos de nitrógeno orgánico, amoniacal y fósforo, lo que sugiere la existencia de una contaminación difusa en el recurso, por las actividades agrícolas y de pastoreo que se extienden en la microcuenca, y un aporte importante de nutrientes de la quebrada al lago de Tota.

PALABRAS CLAVE: recurso hídrico; actividad antrópica; nutrientes; enriquecimiento; Aquitania.

Abstract

Anthropic activities such as agriculture and grazing near water resources, increase levels of phosphorus and nitrogen in water. When dragged by runoff they enrich to water bodies and facilitate eutrophication processes. This study was conducted in 'Los Pozos' stream, one of the main tributaries of the lake Tota in Aquitania Municipality, Boyacá, and its objective was to know the relationship between anthropogenic activities and levels of macronutrients in six sampling places, distributed along the stream during two seasons of the year. A direct relationship between anthropogenic activities and the contents of organic nitrogen, ammonia and phosphorus was evidenced, which suggests a diffuse pollution in the resource, due to agricultural and grazing activities that extend into the microbasin, and an important contribution of nutrients from the 'Los Pozos' stream to Lake Tota.

KEY WORDS: water resource; anthropic activity; nutrients; enrichment; Aquitania.

1. Introducción

El nitrógeno junto con el fósforo son nutrientes limitantes del crecimiento vegetal (Camargo y Alonso, 2007; Kunrath *et al.*, 2018); comúnmente están presentes en el suelo como elementos no fijados, no solubles, incapaces de ser utilizados por las plantas, a no ser por la intervención de microorganismos especializados (Dibut, 2009). Estos elementos se encuentran comúnmente como componente principal de los fertilizantes tanto de origen natural, como de síntesis industrial, y su adición en exceso al suelo, genera emisiones de óxido nítrico, así como problemas de contaminación de aguas subterráneas y enriquecimiento de aguas superficiales (Abdalla y Khalil, 2018; Gopal *et al.*, 2018; Jarosiewicz *et al.*, 2015; De Jong *et al.*, 2009) que, a su vez, conduce al aumento de la productividad y la biomasa (Summya *et al.*, 2018; Margalef, 1983), generando procesos de eutrofización (Dibut, 2009).

La fertilización con gallinaza cruda, así como el uso de plaguicidas en el cultivo de cebolla 'junca' (*Allium fistulosum*), (Gamboa *et al.*, 2014) que se extiende desde las zonas altas de las microcuencas hasta la ribera del lago de Tota, en el municipio de Aquitania, aporta altas cantidades de nitrógeno y fósforo al suelo (Cordero *et al.*, 2005), moléculas que fácilmente llegan por arrastre hasta recursos hídricos (Mojica y Guerrero, 2013), afectando la calidad del agua, especialmente en las zonas más bajas donde las quebradas se unen al lago (Noriega *et al.*, 2010).

La quebrada 'Los Pozos' es uno de los mayores aportantes de agua al lago de Tota, con un caudal medio mensual de 0,27 m³/s. Este lago es el más grande de Colombia, del cual se abastecen para consumo cerca de 14 municipios (IDEAM, 2014); sobre este recurso recaen múltiples presiones antrópicas, directas o a través de sus afluentes (Mojica y Guerrero, 2013; González, 2016; Abella y Martínez, 2012), y de allí la importancia de conocer el enriquecimiento por nutrientes que presenta uno de los cuerpos de agua que lo surte, por lo

que el objetivo de este estudio fue conocer la dinámica que presenta el nitrógeno y el fósforo en la quebrada 'Los Pozos' y la posible relación con las actividades antrópicas desarrolladas en su ribera.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El área de estudio comprende una extensión de aproximadamente 2 km de la quebrada 'Los Pozos', ubicada en el municipio de Aquitania, en el departamento de Boyacá (Colombia). La quebrada nace a 3.563 msnm (Noriega *et al.*, 2010) y desemboca en el lago de Tota a 3.015 msnm; la región tiene una temperatura promedio de 12 °C; presenta un caudal de ciclo bimodal con un promedio anual de lluvias de 764 mm, las precipitaciones más altas se registran en los meses de junio a agosto y las más bajas de diciembre a marzo (Noriega *et al.*, 2010); la actividad económica principal de la zona es el cultivo de cebolla 'junca' (*Allium fistulosum*), que se desarrolla a orillas de la quebrada en gran parte de su recorrido.

En la FIGURA 1 se presenta el mapa de la microcuenca 'Los Pozos' donde se señala la quebrada en estudio.

2.2 Estaciones de muestreo

Para el estudio se establecieron seis estaciones de muestreo (E1 - E6), las cuales fueron ubicadas en los sitios donde el recurso hídrico de la quebrada puede verse afectado por actividades que allí se desarrollan.

En el CUADRO 1 se evidencia el geo posicionamiento de las estaciones de muestreo y en la FIGURA 2A-E se ilustran sus características.

2.3 Muestreo en campo y fase de laboratorio

Los dos eventos de muestreo se realizaron según la estacionalidad pluviométrica que presenta la región en el mes de julio, el cual se corresponde

FIGURA 1 Imagen de la microcuenca los Pozos con la ubicación de las seis estaciones de muestreo.
FUENTE: GOOGLE MAPS AJUSTADO POR LOS AUTORES



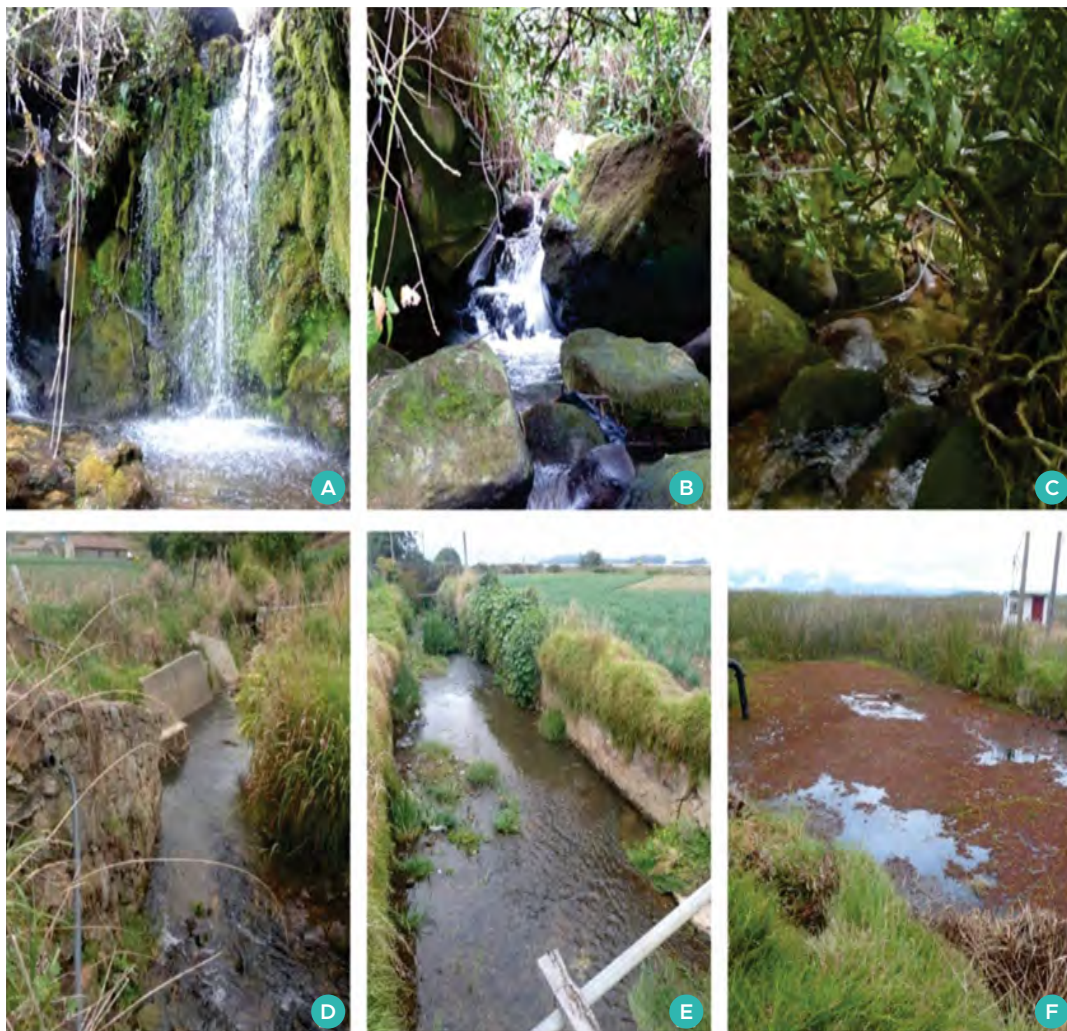
CUADRO 1 Estaciones de muestreo y geo posicionamiento
en la quebrada Los Pozos, municipio de Aquitania

Estación de muestreo	Coordenadas Geográficas	Lugar
E1	5°33'34,5" Norte, 72°52'5,7" Oeste. 3169 msnm	Cascada
E2	5°33'35,2" Norte, 72°52'6,7" Oeste. 3134 msnm	Zona de pastoreo
E3	5°33'32,9" Norte, 72°52'13,7" Oeste. 3116 msnm	Límite zona de pastoreo
E4	5°33'27,2" Norte, 72°52'18,1" Oeste. 3080 msnm	Zona poblada
E5	5°33'24,7" Norte, 72°52'48" Oeste. 3034 msnm	Vía principal
E6	5°33'24,8" Norte, 72°52'53,3" Oeste. 3032 msnm	Desembocadura

con altas precipitaciones, y en el mes de diciembre, que corresponde a bajas precipitaciones, del año 2017. En cada una de las estaciones seleccionadas se realizaron mediciones *in situ* de pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto. Las muestras de agua para análisis del grupo del nitrógeno y de fósforo total se obtuvieron mediante muestreo integrado, siendo que la matriz agua fue recolec-

tada en recipientes de vidrio color ámbar de 500 mL, y fueron llevadas al Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad de Boyacá para su posterior análisis, manteniéndolas refrigeradas a una temperatura aproximada de 5 °C. El **CUADRO 2** muestra la metodología empleada para las determinaciones de las variables en estudio.

FIGURA 2 Características de los lugares donde se ubicaron las estaciones de muestreo. **A.** E1, sitio donde el recurso posee una mayor protección natural, gracias a la topografía del terreno y a la presencia de vegetación nativa en su ribera, y donde la única actividad antrópica es el abastecimiento de agua; **B.** E2, lugar aguas abajo donde se localizan los primeros cultivos, y regularmente se realiza pastoreo de bovinos en la ribera de la quebrada; **C.** E3, lugar donde finaliza el pastoreo de animales; **D.** E4, puente en el que se ubica gran parte de las viviendas y el cultivo de cebolla abarca ambos costados de la quebrada; **E.** E5, zona baja, punto ubicado a la altura de la vía de acceso principal al municipio de Aquitania; **F.** E6, zona de juncal, antes de la desembocadura de la quebrada en el lago de Tota



2.4 Análisis estadístico

Inicialmente se comprobaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, y homogeneidad de varianza por el estadístico de Levene, cumpliéndose el supuesto de normalidad

en todas las variables, y solo el de homogeneidad de varianza en las variables pH, oxígeno disuelto y temperatura, por lo que la totalidad del análisis estadístico se realizó con base en pruebas no paramétricas. Se utilizó la prueba de Mann-Whit-

ney para muestras independientes, con el fin de determinar diferencias entre los parámetros fisicoquímicos y la temporada, mientras que las relaciones entre las variables evaluadas y la actividad antrópica de la zona se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Finalmente, se realizó la correlación entre las variables cuantitativas mediante el estadístico de Pearson. Para la totalidad del análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS *Statistics* licenciado versión 25.

3. Resultados

Durante las visitas a la zona de estudio en las dos temporadas analizadas, se estableció que las actividades humanas que se desarrollan en la orilla de la quebrada durante todo el año son, en primer lugar, el abastecimiento de agua, que se evidencia en cinco de las seis estaciones (E1-E5), seguido por la agricultura, que se presenta en tres estaciones de muestreo (E4, E5 y E6) y, finalmente la agricultura y la ganadería simultáneas (E2 y E3), observadas en dos de las seis estaciones analizadas.

3.1 Nutrientes

La distribución de la concentración de nitrógeno orgánico fue diferente entre temporadas ($p=0,002$), siendo mayor en la temporada de bajas precipitaciones, con valores entre los $9,24 \pm 0,5$ mg/L y $18,67 \pm 0,2$ mg/L, se observó un incremento de la concentración de nitrógeno desde E1 y aguas abajo, siendo mayor E5 y E6 (FIGURA 3). La prueba de Kruskal-Wallis señaló que existe relación entre las actividades desarrolladas en las zonas aledañas a la quebrada y la concentración de nitrógeno orgánico hallada ($p=0,317$), el estadístico de Pearson para las variables temporada y nitrógeno orgánico, mostró una correlación directa ($p=0,882$); la misma prueba señaló una correlación inversa entre el pH y el contenido de nitrógeno orgánico ($p=-0,725$).

Respecto a las mediciones del nitrógeno amoniacal, la prueba de Mann-Whitney señaló que existe una distribución diferente entre las concentraciones de ambas temporadas ($p=0,002$), los valores fueron notoriamente mayores en temporada de altas precipitaciones (CUADRO 3); las mayores concentraciones de amonio correspondieron a

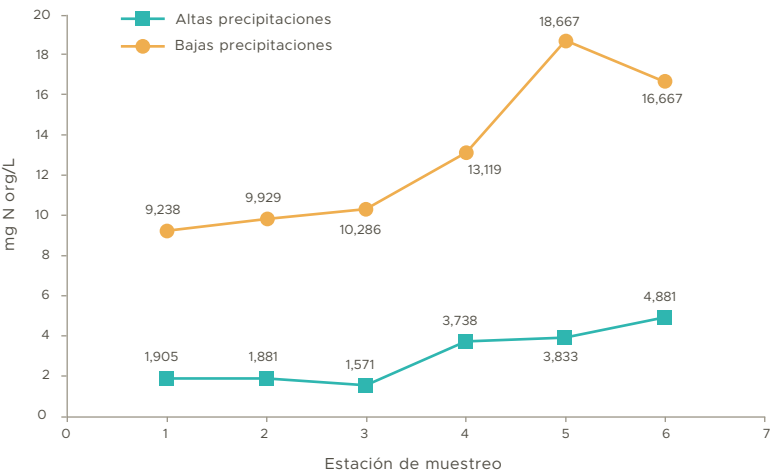
CUADRO 2 Métodos y equipos empleados para la determinación de variables

Variable	Método	Equipo
pH	Medición <i>in situ</i>	Multiparámetro portable SCHOTT instrumentos, Electrodo TX-11185
Temperatura	Medición <i>in situ</i>	Multiparámetro portable SCHOTT instrumentos, sonda TX-11185
Conductividad	Medición <i>in situ</i>	Multiparámetro portable SCHOTT instrumentos, sonda LF4BT
Oxígeno Disuelto	Test rápido	Mcolortest 111107 (0.1 – 10 mg/L O ₂)
Nitrógeno orgánico	Semi-micro-Kjeldahl 4500-N _{org} C Métodos Estándar	Espectrofotómetro UV/visible HACH DR5000
Nitrógeno Amoniacal	Fenato 4500-NH ₃ F Métodos Estándar	Espectrofotómetro UV/visible HACH DR5000
Fósforo total	Ácido ascórbico 4500-P E Métodos Estándar	Espectrofotómetro UV/visible HACH DR5000

E3 con un valor de $2,42 \pm 0,3$ mg/L, lugar donde existe intervención antropogénica por agricultura y ganadería. Este hecho fue corroborado por la prueba Kruskal-Wallis, cuyos resultados señalan que existe relación entre las actividades antrópicas y los valores de nitrógeno amoniacal hallados ($p= 0,737$); la correlación de Pearson indicó que existe una relación inversa entre el contenido de nitrógeno amoniacal y de fósforo ($p= -0,628$), así como con nitrógeno orgánico ($p= -0,865$); adicionalmente, la misma prueba señaló una correlación directa entre el contenido de nitrógeno amoniacal y el pH ($p= 0,664$).

La concentración de fósforo fue mayor en temporada de bajas precipitaciones ($p= 0,026$), con valores que oscilaron entre $0,07 \pm 0,1$ mg/L y $0,43 \pm 0,3$ mg/L. E2; el lugar donde inician los cultivos y que frecuentemente tiene presencia de bovinos, reportó el valor más alto, mientras que E4, ubicada en la zona donde existe mayor cantidad de viviendas, presentó el valor más bajo (FIGURA 4). El valor de significancia que relaciona la actividad antrópica con la concentración de fósforo fue de 1,000 y la correlación de Pearson para las variables temporada y fósforo total, mostró una significancia directa ($p= 0,652$), al igual que

FIGURA 3 Comportamiento del contenido de nitrógeno orgánico en temporada de lluvia y sequía



CUADRO 3 Contenido de nitrógeno amoniacal en mg NNH3/L en las dos temporadas analizadas

Estación de muestreo	Altas precipitaciones	Bajas precipitaciones
E1	2,357	0,009
E2	1,857	0,018
E3	2,429	0,011
E4	1,214	0,011
E5	1,214	0,007
E6	1,667	0,017

entre nitrógeno orgánico y fósforo ($p=0,664$), mientras que la correlación fue inversa entre el pH y fósforo ($p=-0,664$).

3.2 Parámetros fisicoquímicos

El resumen de la variación espacio temporal de los parámetros medidos *in situ* en la quebrada 'Los Pozos' se presenta en la FIGURA 5 A, D.

La temperatura media del agua de la quebrada 'Los Pozos' fue de $11,80\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la temporada de altas precipitaciones se presentaron variaciones de temperatura entre $10,50 \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $15,5 \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, muy similar a las temperaturas reportadas en la temporada de bajas precipitaciones, que oscilaron entre $10,9 \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $14,3 \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. La prueba de hipótesis de Mann-Whitney determinó que la distribución de temperatura entre las dos épocas fue la misma ($p=1,000$).

Las estaciones E1 y E2 reportaron una menor temperatura, así como una menor variación, estaciones que corresponden a los puntos más altos de la quebrada, ubicados sobre los 3.130 msnm (FIGURA 5A). Como se esperaba, la prueba de Pearson mostró que a menor altitud (ubicación de la estación de muestreo) se presenta una mayor temperatura.

Las mediciones de conductividad eléctrica realizadas en la quebrada durante las dos temporadas, reportaron la misma distribución ($p=0,485$). Para la temporada de bajas precipitaciones, las dos primeras estaciones de muestreo presentaron los menores valores, siendo el mismo en E1 para las dos temporadas. Tanto en altas como en bajas precipitaciones, se observa una tendencia al aumento del valor de la conductividad aguas abajo (FIGURA 5B), hecho que se corrobora con la significancia de la prueba de Pearson ($p=0,836$); adicionalmente, la misma prueba señala una correlación directa entre este parámetro y el nitrógeno orgánico ($p=0,732$).

El valor medio de pH registrado en el periodo de altas precipitaciones fue de $7,35 \pm 0,3$, mientras que en temporada de bajas precipitaciones fue de $6,93 \pm 0,1$, presentándose una distribución diferente ($p=0,041$) entre las dos temporadas analizadas. Los mayores valores se observaron en altas precipitaciones ($6,8 \pm 0,7 - 7,7 \pm 0,3$). La estación que reportó el mayor valor fue E2, seguido por E5, las mismas que para el periodo de bajas precipitaciones presentaron los menores promedios (FIGURA 5C).

FIGURA 4 Contenido de fósforo en mg P/L en las dos temporadas analizadas

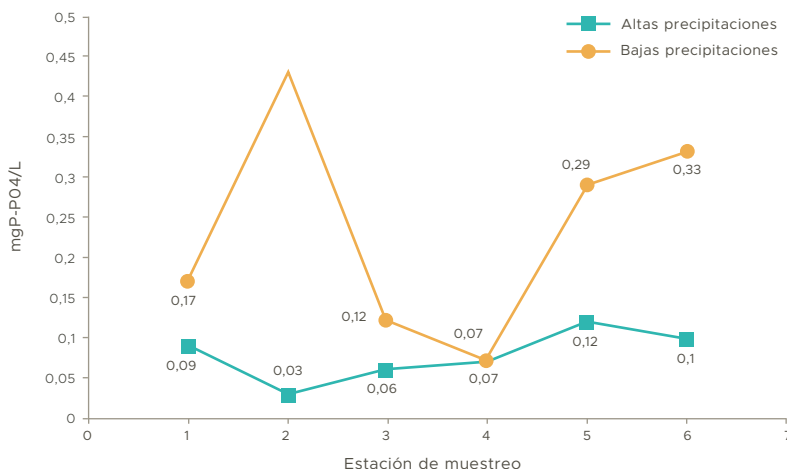
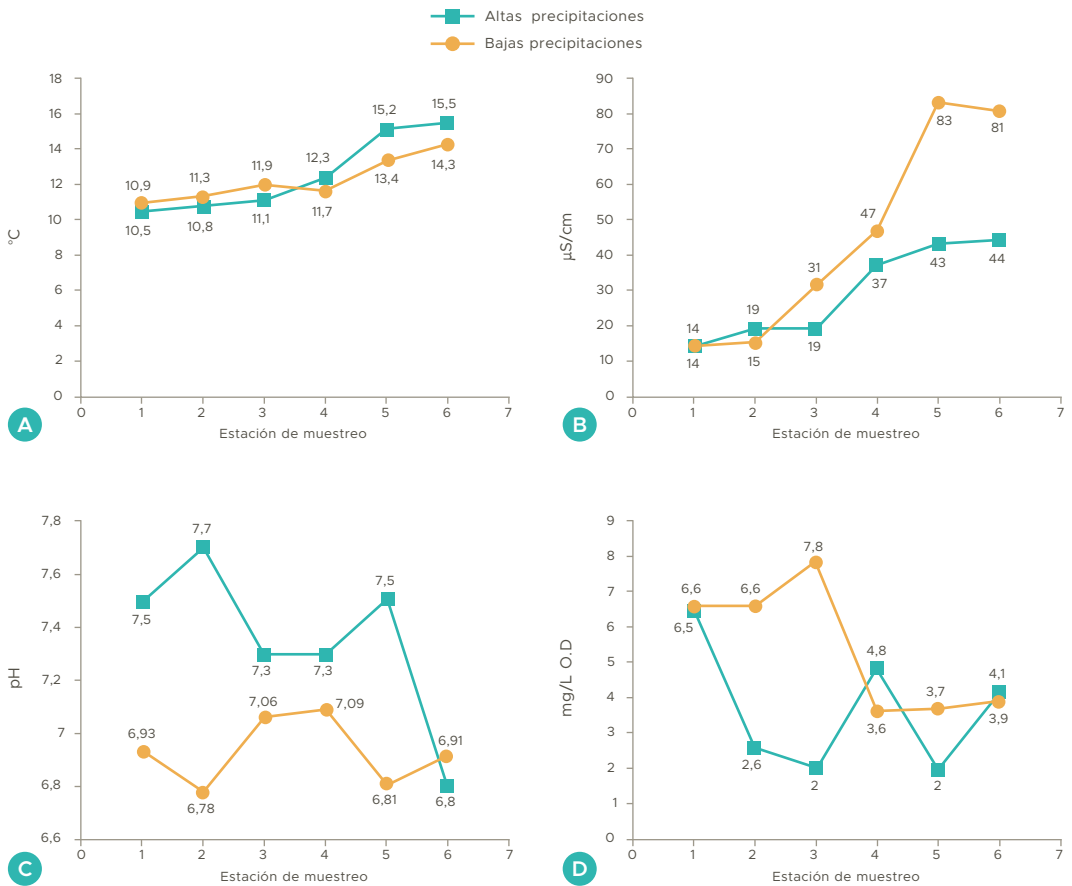


FIGURA 5 Comportamiento de los parámetros físico químicos determinados *in situ*.
A. temperatura; B. conductividad; C. pH; D. oxígeno disuelto



En cuanto al oxígeno disuelto, la prueba de hipótesis señala que la distribución es la misma entre los dos periodos analizados ($p=0,589$); E3 y E5 reportaron los menores valores, los cuales se presentaron en el periodo de altas precipitaciones (FIGURA 5D).

La prueba de Kruskal-Wallis señala que existe relación entre las actividades antrópicas realizadas a la ribera de la quebrada y el pH del agua ($p=0,497$). Para los demás parámetros la prueba señala que no existe dicha relación (Temperatura $p=0,046$; conductividad $p=0,044$; y oxígeno disuelto $p=0,044$).

4. Discusión de resultados

4.1 Dinámica de nutrientes

La concentración de nitrógeno orgánico en las seis estaciones de muestreo y en las dos temporadas analizadas es indicativo de contaminación reciente del recurso (Sierra, 2011) por materia orgánica nitrogenada (Pacheco *et al.*, 2002), posiblemente proveniente de los residuos de la cosecha de cebolla que se quedan en las parcelas y que por acción de las lluvias llegan a la quebrada, o que se disponen directamente en ella; así mismo, puede obedecer a las excretas de animales, que pueden contaminar el agua con microorganismos (Gamboa *et al.*, 2016).

Estos contaminantes son arrastrados aguas abajo, lo que explica los mayores valores en E5 y E6, donde también se registraron altas conductividades. Los valores más altos de nitrógeno orgánico en temporada de bajas precipitaciones, se atribuyen a la relación que existe entre la concentración del compuesto y el caudal que lo transporta (Canatário, 2006).

Por su parte, la concentración elevada de nitrógeno amoniacal en temporada de altas precipitaciones puede explicarse por el lavado de materia orgánica proteica del suelo, y su posterior degradación bacteriana a nitrógeno amoniacal, que, por oxidación en medio aerobio, puede ser transformada incluso hasta nitritos (Sardiñas y Pérez, 2004).

Adicionalmente, el nitrógeno amoniacal reduce el contenido de oxígeno disuelto (Sierra, 2011), lo que puede explicar los resultados obtenidos de estos dos parámetros en la E3 durante la temporada de mayor precipitación.

Estudios previos (Rincón *et al.*, 2016) en la parte alta (2.950 - 3.016 msnm) de la quebrada 'Los Pozos', señalan que este es un recurso con indicios de contaminación por sustancias de baja biodegradabilidad, cuya relación estaría dada por el frecuente uso de agroquímicos en la zona.

La presencia de fósforo en todas las estaciones de muestreo supone una contaminación antropogénica difusa, que se cree, proviene del uso de fertilizantes del cultivo intensivo que se da en la zona de estudio. Las menores concentraciones en la temporada de altas precipitaciones pueden estar relacionadas con el efecto de dilución que sufren los compuestos solubles al aumentar el caudal de la quebrada.

La mayor concentración de fósforo en la E2 se explica por las condiciones topográficas del terreno que forma una hondonada, así como por la actividad antrópica que presenta la estación; los niveles críticos de este macronutriente en procesos de eutrofización son de 0,01 mg/L (Sierra, 2011),

valor superado en todas estaciones de muestreo, lo que supone una contribución importante de nutrientes de la quebrada 'Los Pozos' al lago de Tota, lo que puede contribuir al aumento de la productividad del lago hasta el punto en el que la luz pueda llegar a ser limitante (Roldán y Ramírez, 2008; Vásquez *et al.*, 2009; Aristizábal y Cerón, 2012).

4.2 Parámetros fisicoquímicos

Las temperaturas registradas en la quebrada 'Los Pozos' se mantienen sin variaciones estadísticas entre temporadas, los valores en las diferentes estaciones fueron coincidentes con la altitud de la estación, puesto que las menores temperaturas correspondieron a los puntos más elevados, y fueron similares a las reportadas por Rincón *et al.* (2016). Las estaciones de muestreo de las zonas más bajas (E5 y E6) reportaron mayores valores de temperatura y concentraciones de oxígeno disuelto inferiores a 4,2 mg/L. De ampliarse las variaciones de temperatura, pudiera llegar a tener impacto en la ecología del cuerpo de agua, y a la vez elevar el potencial tóxico de algunas sustancias, así como ocasionar la disminución del oxígeno disuelto, lo que impactaría directamente la supervivencia de las especies (Sierra, 2011).

La conductividad eléctrica de la quebrada 'Los Pozos' es muy similar en las dos temporadas; el aumento progresivo aguas abajo en las estaciones de muestreo supone una mayor cantidad de sólidos disueltos y se explica desde el impacto que sufre la quebrada por agricultura y pastoreo en su recorrido, los aportes de sólidos están relacionados con la naturaleza del terreno, la época de lluvia y los nutrientes, pues los valores de conductividad pueden variar debido a la erosión del cauce, el arrastre de sedimentos y la escorrentía provocada por las lluvias (Roldán y Ramírez, 2008).

La dinámica del pH difiere entre temporadas; los menores valores hallados en época de bajas precipitaciones se explican por la reducción del

caucedelaquebrada, junto con la descomposición de materia orgánica que puede darse al interior de ésta; sin embargo, el rango del pH de un recurso hídrico varía dependiendo de su estado trófico y de su alcalinidad (Roldán y Ramírez, 2008; Vásquez *et al.*, 2009; Aristizábal y Cerón, 2012; Sosnovsky y Quirós, 2006).

La quebrada ‘Los Pozos’ mantiene la distribución de oxígeno disuelto entre temporadas, sin variaciones estadísticamente significativas. Aunque el parámetro está relacionado con la salinidad y la temperatura, los resultados obtenidos no permiten establecer una tendencia en los datos.

5. Conclusiones

A partir de los hallazgos de este estudio se puede señalar que la quebrada “Los Pozos” es un recurso que presenta contaminación difusa, posiblemente con origen en las actividades agrícolas que se desarrollan en toda la microcuenca, y que, por compactación, erosión o acidificación del suelo, se facilita la escorrentía de nutrientes a la quebrada.

Los valores de nitrógeno y fósforo hallados sugieren que la quebrada “Los Pozos” aporta altas cantidades de nutrientes al lago de Tota, lo que de mantenerse en el tiempo pudiera aumentar el crecimiento exuberante de plantas acuáticas que ya se presenta al interior del lago, con el subsecuente proceso de eutrofización que de allí se derive.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Boyacá por el financiamiento de la presente investigación.

7. Referencias citadas

- ABDALLA, F. & R. KHALIL. 2018. “Potential effects of groundwater and surface water contamination in an urban area, Qus City, Upper Egypt”. *Journal of African Earth Sciences*, 141: 164-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.02.016>.
- ABELLA, J. y M. MARTÍNEZ. 2012. “Contribución de un afluente tributario a la eutrofización del Lago de Tota (Boyacá - Colombia)”. *Revista Colombiana de Química*, 41(2):243-261.
- ARISTIZÁBAL GUTIÉRREZ, F. A. y L. E. CERON RINCÓN. 2012. “Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos”. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(1): 285-295.
- CAMARGO, J. A. y A. ALONSO. 2007. “Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medio ambientales, criterios de calidad del agua e implicaciones del cambio climático”. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(2): 98-110.
- CANATÁRIO, A. F. 2006. *Contaminación difusa ocasionada por la actividad agrícola de riego, a la escala de la cuenca hidrográfica*. Universidad de Córdoba. Portugal. Tesis de Doctorado.
- CORDERO, R. D.; RUIZ, J. E. y F. F. VARGAS. 2005. “Determinación espacio-temporal de la concentración de fósforo en el lago de tota”. *Revista Colombiana de Química*, 34(2): 211-218.

- DE JONG, R.; DRURY, C. F.; YANG, J. Y. & C. A. CAMPBELL. 2009. "Risk of water contamination by nitrogen in Canada as estimated by the IROWC-N model". *Journal of Environmental Management*, 90(10): 3.169-3.181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.05.034>.
- DIBUT ALVAREZ, B. 2009. *Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible*. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.
- GAMBOA, R. A.; CIFUENTES, G. R. y A. WILCHES. 2014. *Estudio fitosanitario y fisiológico del cultivo de cebolla de bulbo en el área de influencia del distrito de riego del alto Chicamocha – Boyacá*. Universidad de Boyacá. Tunja, Boyacá.
- GAMBOA BECERRA, R. A.; CIFUENTES OSORIO, G. R. y Z. E. ROCHA GIL. 2016. "Indicadores bacterianos de contaminación fecal en el agua del embalse La Copa, municipio de Toca, Boyacá/Colombia". *Revista I3+*, 3(1): 10-23. DOI: <https://doi.org/10.24267/23462329.157>
- GONZÁLEZ, C. 2016. *Impactos de la variabilidad climática y las actividades humanas en la dinámica hidrológica del lago de Tota*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Tesis de Maestría.
- GOPAL, V.; SHANMUGASUNDARAM, A.; NITHYA, B.; MAGESH, N. S. & M. JAYAPRAKASH. 2018. "Water quality of the Uppanar estuary, Southern India: Implications on the level of dissolved nutrients and trace elements". *Marine Pollution Bulletin*, 130: 279-286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.046>.
- KUNRATH, T. R.; LEMAIRE, G.; SADRAS, V. O. & F. GASTAL. 2018. "Water use efficiency in perennial forage species: Interactions between nitrogen nutrition and water deficit". *Field Crops Research*, 222: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.031>.
- IDEAM. 2014. *Informe batimetría Lago de Tota*. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/>. [Consulta: junio, 2018].
- JAROSIEWICZ, A.; OBOLEWSKI, K. & M. OŹGO. 2015. "Long-term trends in nutrient concentrations in Polish coastal rivers". *Ocean & Coastal Management*, 118(Part A): 37-46. DIO: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.007>.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona, España.
- MOJICA, A. y J. A. GUERRERO. 2013. "Evaluación del movimiento de plaguicidas hacia la cuenca del Lago de Tota, Colombia". *Revista Colombiana de Química*, 42(2): 29-38.
- NORIEGA, J. A.; CASTILLO, D.; VÁSQUEZ, A. y J. D. MONROY. 2010. "Estudio preliminar del estado de la microcuenca Los Pozos y su posible efecto en un sector de la laguna de Tota, Boyacá-Colombia". *Revista de Tecnología*, 9(2): 145-164.
- PACHECO, A. J.; PAT, C. R. y A. CABRERA. 2002. "Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos". *Ingeniería*, 6(3): 73-81.
- RINCÓN, G. V. P.; BENAVIDES, S. A. L. y C. Y. T. SILVA. 2016. Estandarización del método analítico para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y su aplicación en la cuantificación de materia orgánica en la microcuenca Los Pozos - Aquitania, Boyacá. *Congreso Internacional de Ciencias Básicas de la Universidad de los llanos*. pp.147 Villavicencio, Colombia (24-26 de septiembre).
- ROLDAN, G. y J. RAMÍREZ. 2008. *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- SARDIÑAS PEÑA, O. y A. PÉREZ CABRERA. 2004. "Determinación de nitrógeno amoniacal y total en aguas de consumo y residuales por el método del fenato". *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 42(2).

- SIERRA RAMÍREZ, C. A. 2011. *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U. Medellín, Colombia.
- SOSNOVSKY, A. y R. QUIRÓS. 2006. "El estado trófico de pequeñas lagunas pampeanas, su relación con la hidrología y el uso de la tierra". *Ecología Austral*, 16: 115-124.
- SUMMYA, N.; USMAN, M. & R. NASEEM MALIK. 2018. "Phytoplankton Spatio-temporal dynamics and its relation to nutrients and water retention time in multi-trophic system of Soan River, Pakistan" *Environmental Technology & Innovation*, 9: 38-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2017.10.005>.
- VÁSQUEZ, C.; ARIZA, V. y G. PINILLA. 2009. "Descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano cundiboyacense". *Red Universitas Scientiarum*. 11(2): 61-75.

Estudos granulométricos

em ambientes fluviais: rio Teles Pires,
município de Nova Canaã do Norte, Brasil

Granulometric studies in fluvian environments:
River Teles Pires, municipality of New North Canaã, Brazil

Claudete Silveira Damas Machado

Andressa Damas Machado

Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT),
Campus Universitário Vale do Teles Pires, Colíder (MT), Brasil
klaudete_machadotnn@hotmail.com; andressa_tna@hotmail.com; leilanalís@hotmail.com

Resumo

O presente estudo teve como objetivo quantificar os sedimentos transportados em ambientes de confluência no rio Teles Pires, a jusante da Usina Hidrelétrica de Colíder, Mato Grosso. Foram realizados levantamentos bibliográficos em livros, revistas, artigos científicos entre outros e trabalho de campo para reconhecimento e descrição da área, coleta de sedimentos e das variáveis hidrodinâmicas para o cálculo de vazão, análise em laboratório para o fracionamento do material pelo método de pipetagem e peneiramento para classificação das areias. Os dados demonstram que os ambientes de confluência, Sem Denominação I e rio Matrinxã tem capacidade de transportar sedimentos arenosos. Assim, por meio das análises granulométricas inferiu-se a capacidade e os sedimentos transportados e depositados pelos mesmos. Vale ressaltar a necessidade da conservação da cobertura vegetal da bacia, pois quanto mais degradada, mais sedimentos chegarão aos canais fluviais, influenciando na qualidade e quantidade da água.

PALAVRAS CHAVE: hidrossedimentologia; afluentes; rio Teles Pires.

Abstract

The aim of this study is to quantify the sediments transported in confluence environments in the Teles Pires River, downstream of the Colíder Mato Grosso Hydroelectric Power Plant. A bibliographical survey was carried out in books, magazines, scientific articles, among others, and field work was carried out to identify and describe the area, sediment collection and hydrodynamic variables for flow calculation, laboratory analysis for the fractionation of the material by pipetting method and sanding for sand classification. The data demonstrate that confluence environments, Non-Denomination I and Matrinxã River have the capacity to transport sandy sediments. Thus, through the granulometric analysis, the capacity and the sediments transported and deposited by them were inferred. It is worth emphasizing the need to conserve the vegetation cover of the basin, because the more degraded, the more sediments will reach the river channels, influencing the quality and quantity of the water.

KEY WORDS: hydro-sedimentology; tributaries; River Teles Pires.

1. Introdução

Os rios, desde as primeiras civilizações são utilizados para o consumo humano, dessedentação de animais, preparo de alimentos, irrigação, navegação, entre outros. O uso imediato dos recursos naturais tem contribuído com mudanças significativas no regime hídrico. As ações antrópicas, principalmente devido ao crescimento populacional nas cidades, têm aumentado o número e a intensidade dessas interferências. Tais necessidades elencadas permanecem, outras emergiram como a geração de energia, controle de enchentes e o aumento de áreas para ocupação (Botelho, 2011).

As intervenções nos cursos d'água alteram seu equilíbrio, obrigando o rio a ajustar-se. *“Dessa forma, toda interferência precisa ser muito bem avaliada, pois seus benefícios podem não ser compensadores ou nem sequer alcançados”* (Botelho, 2011: 77). Os processos naturais, erosão, transporte e deposição de sedimentos podem ser acelerados devido às ações antropogênicas.

O homem promove o manejo inadequado do solo, a retirada da vegetação para (agricultura e pecuária) moradias próximas aos cursos d'água, atitudes que prejudicam homem e meio. A deposição de sedimentos nos canais fluviais pode ocasionar enchentes, reduzir a vida útil do canal, elevar os custos no tratamento de água, prejudicar a navegação entre outros (Scapin *et al.*, 2007; citado por Andrade *et al.*, 2012). Assim, estudos relacionados a aporte de sedimentos são de suma importância, uma vez que, qualquer mudança no sistema pode comprometer toda a rede de drenagem. A barragem para geração de energia elétrica tem como objetivo formar o reservatório provocando inundações em imensas áreas de matas, interferindo no fluxo de rios, destruindo espécies vegetais, prejudicando a fauna e influenciando a ocupação humana.

Segundo Stevaux e Latrubesse (2017a: 258), os impactos *“eco-hidrogeomorfológicos começam a ocorrer desde o início da construção e se fazem permanentes*

após o fechamento da barragem”. Compagnoli (2012: 11) corrobora dizendo que o reservatório formado na construção de hidrelétricas ocorre por *“barramento artificial do corpo d'água, de forma que a vazão do rio seja conduzida em queda para as turbinas”*; o autor aborda que a barragem transforma o rio em ambiente lacustre promovendo alterações nos ecossistemas locais. Apesar de ser considerada uma energia limpa, vários fatores contribuem para restringir a implantação de uma usina hidrelétrica, tais como: necessidade de desmatar a área do lago, deslocamento populacional, assoreamento, finalidade a ser dada a barragem quando acabar a vida útil do canal, entre outros (Taioli, 2009).

A área de estudo está inserida no bioma amazônico o qual abrange um conjunto de ecossistemas florestais existentes na bacia Amazônica, sendo a região de maior biodiversidade do planeta. De acordo com Carneiro Filho e Souza (2009: 8) *“calcula-se que contenha quase 30% de todas as espécies existentes. No Brasil, abriga mais de 30 mil espécies de plantas, 1,8 mil de peixes continentais, 1,3 mil de aves, 311 de mamíferos e 163 de anfíbios”*.

Vários são os trabalhos relacionados ao transporte de sedimentos como o de Meade *et al.* (1979) que trabalharam o transporte de sedimentos do rio Amazonas; Tessler (1982) que aborda sobre a sedimentação lagunar de Cananéia Iguape, estado de São Paulo; Bayer e Carvalho (2008) relatam processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia; Leandro e Souza (2012) corroboram com o trabalho sobre o Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil; Santos *et al.* (2013) descrevem a dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha no município de Cáceres MT-Brasil; Andrade *et al.* (2015) contribuem com o trabalho sobre o aporte de sedimentos e feições deposicionais na baía do Retiro no rio Paraguai, município de Cáceres Mato Grosso.

O objetivo deste trabalho foi quantificar os sedimentos de fundo e suspensão transportados em ambientes de confluências com o rio Teles Pires, a jusante da Usina Hidrelétrica de Colíder-Mato Grosso.

2. Referencial teórico

2.1 Bacia hidrográfica

Sendo uma unidade antiga de investigação da Geografia Física, a bacia hidrográfica *“é definida pela área de drenagem de um rio principal e de seus tributários”* (Cunha e Coelho, 2008: 70; Guerra e Guerra, 1997: 76). Para Botelho e Silva (2014: 153) a bacia hidrográfica foi incorporada a grande área das ciências ambientais passando a ser entendida como *“célula básica de análise ambiental”*, a qual permite o conhecimento e a avaliação de seus diversos componentes e as interações que nela ocorrem.

A bacia hidrográfica *“é a área total de superfície de terreno de captação natural da água precipitada, na qual um aquífero ou um sistema fluvial recolhe sua água.”* (Tucci, 1993; citado por Souza, 2013: 228).

Coelho Neto (1998; citado por Souza, 2013: 227) complementa ainda que a *“bacia de drenagem pode ser considerada um sistema aberto, que recebe energia da atuação climática, das forças tectônicas e perde energia a partir da saída de água, sedimentos e nutrientes da área da bacia”*. Classificam ainda como área de drenagem de água, sedimentos e materiais dissolvidos que serão levados para um ponto comum no canal fluvial.

A bacia hidrográfica é considerada uma unidade geomorfológica importante onde interagem os fatores bióticos, abióticos, econômicos e sociais sendo assim ocorre interação dos fatores naturais e atividades humanas nelas desenvolvidas (Cunha, 1998; citado por Silva e Souza, 2012).

Santos Junior (2011: 68) aborda a bacia hidrográfica como uma área da superfície *“delimitada pelos pontos mais altos do relevo (Divisores de Água),*

na qual a água proveniente das chuvas escorre para os pontos mais baixos do relevo, formando um curso de água (rio) ou lago”.

Stevaux e Latrubesse (2017b) corroboram que a bacia de drenagem não corresponde apenas à rede de canais pluviais, mas toda área de sua captação que pode ser em forma de fluxo superficial acanalado, não acanalado e subterrâneo.

Em estudo hidrológico o conceito de bacia abrange a área drenada por um curso d'água principal e seus afluentes sendo a unidade mais apropriada para estudo quantitativo e qualitativo dos fluxos de sedimentos (Pires *et al.*, 2002).

2.2 Transporte e deposição de sedimentos

A erosão, transporte e deposição propicia a modelagem da paisagem, tanto natural como urbanizada, *“onde processos naturais e ocupação humana interagem de modo conflituoso.”* (Giannini e Melo, 2009: 243).

Os autores (2009: 256) abordam ainda que *“quanto menor a granulação do material, mais fácil é seu transporte”*, e este pode ser por mecanismos de suspensão, saltação, arraste e rolamento.

Para Stevaux e Latrubesse, (2017b: 130) a carga suspensa (silte e argila) mantem-se em suspensão todo o tempo depositando-se quando o fluxo torna-se de baixíssima velocidade. Essa carga, em sua maioria, promove o escoamento pluvial superficial podendo ter sua origem em erosões internas ou marginais. A mesma é de grande importância participando *“no controle da morfologia e do padrão do canal, da velocidade de migração do canal e das características da planície de inundação, além de interferir na ecologia e no uso da água fluvial.”*

As partículas relativamente grandes e pesadas (areias e cascalhos) são transportadas por arrastamento, rolamento ou saltação constituindo a carga de fundo do rio. Enquanto que as partículas consideradas mais leves (silte e argila) são trans-

portadas em suspensão pela turbulência da água (Suguio, 2003; Christofolletti, 1980).

Segundo Suguio (2003: 346-347), o transporte fluvial realizado por suspensão, saltação e arrasto *“degrada a qualidade da água, levando a restrição dos seus usos: domésticos, industrial, recreacional ou mesmo em usinas hidrelétricas, sendo também prejudicial à vida aquática”*. Os sedimentos finos (silte e argila) *“podem atuar como veículo de poluentes, tais como de inseticidas, herbicidas e metais pesados”*.

3. Metodologia

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada entre as coordenadas geográficas 10°51'0" e 11°00" de latitude sul e 55°54'0" e 55°39'0" de longitude oeste, no médio curso do rio Teles Pires.

Com relação à nomenclatura dos cursos d'água foram feitas buscas documentais, destarte, não foram encontrados. Utilizou-se o nome conhecido popularmente como rio Matrinxã e o outro afluente foi denominado como: Sem Denominação I, o qual está localizado na margem esquerda do rio Teles Pires.

3.2 Procedimentos metodológicos

Realizou-se a revisão da literatura referente à temática em livros, artigos científicos, dentre outros documentos (Gil, 2000) e trabalho de campo.

3.3 Coleta de material (sedimentos de fundo e suspensão)

A coleta de sedimentos (fundo e suspensão) foi realizada nos períodos de estiagem (agosto/2016) e cheia (janeiro/2017) nas confluências dos afluentes a jusante da UHE de Colíder denominados Matrinxã, Sem Denominação I, bem como no rio Teles Pires (montante e jusante de cada afluente).

Na realização das coletas ficou definido que o ponto A refere-se à coleta de sedimentos realizada

a montante do afluente (rio Teles Pires), o ponto B à coleta no próprio afluente e o ponto C ao material coletado a jusante do afluente (rio Teles Pires).

Para a coleta dos sedimentos de fundo utilizou-se o aparelho do tipo Van Veen/Petersen (amostrador de mandíbulas). As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas de 1 kg e etiquetadas com dados sobre a localização com o auxílio do GPS (Sistema de Posicionamento Global) para posterior análise em laboratório.

Na coleta de sedimentos em suspensão usaram-se garrafas plásticas de 1L. Empregou-se a metodologia realizada por Bühler (2011), onde primeiramente consistiu em enxaguar duas vezes as garrafas com a água do próprio rio e seguidamente mergulhar a 20 cm da coluna d'água para a coleta das amostras. Os materiais foram armazenados em caixa térmica com gelo para posterior análise em laboratório sendo que o prazo máximo para início das mesmas é de 24 horas após a coleta.

3.4 Quantificação das variáveis hidrodinâmicas (batimetria)

Para aplicação das variáveis hidrodinâmicas (batimetria) utilizou-se a seção transversal das áreas selecionadas. Usou-se como material de pesquisa a trena de 50m para medir a largura dos afluentes e a ferramenta *Google Earth* para mensurar a largura do rio Teles Pires a montante e a jusante de cada afluente pesquisado.

Para profundidade e temperatura empregou-se o ecobatímetro Garmin 350 C, na seção transversal, com auxílio do molinete fluviométrico modelo CPD-10 foi verificada a velocidade do fluxo da água em m/s nos afluentes e no rio Teles Pires (Cunha, 1996).

3.5 Análise em Laboratório

Para fracionamento do material de fundo em areia, silte e argila, aplicou-se o método de pipetagem (dispersão total), conforme Embrapa (1997).

Para determinar o tamanho das partículas de sedimentos de fundo em frações de areia empregou-se o método de peneiramento (Carvalho, 1994).

3.6 Análise granulométrica - Método de Pipetagem (dispersão total)

Após secagem do material coletado a 100°C em estufa, 20 g de amostra de cada ponto de coleta foram condicionadas em béqueres contendo 10 ml de hidróxido de sódio e 100 ml de água. Em seguida, agitou-se o conteúdo dos béqueres com um bastão de vidro, tampado com um vidro de relógio e deixado em repouso por 12 horas. Transcorrido o período de repouso, as amostras foram novamente agitadas, durante 15 minutos mecanicamente no Agitador de Wagner (TE-160).

Na sequência o material foi lavado numa peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 mm (nº 270), apoiada sobre um funil e proveta de 1000 ml. O silte e a argila passaram para a proveta de 1.000 ml e a areia ficará retida na peneira.

O material da proveta foi movimentado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso conforme tabela de temperatura e tempo de sedimentação (Embrapa, 1997). Transcorrido o tempo de sedimentação, pipetou-se 5 cm do material analisado (fração argila).

Ao fim do processo, tanto o material da pipeta (suspensão coletada) quanto da peneira, foram transferidos para béqueres identificados de acordo com o ponto de coleta e levados à estufa modelo TE-394/2 a 120 °C. Após secos pesaram-se os materiais para posterior análise.

3.7 Peneiramento

Concluída a secagem, procedeu-se o peneiramento do material que ficou retido na peneira 0,053 no processo de lavagem, ocorrendo assim, sua pesagem conforme numeração das peneiras diferenciando areia grossa, média e fina. A fração silte equivale à diferença da soma areia/argila dos

20g iniciais. Advieram três ensaios por ponto de coleta para obtenção da composição média do material de fundo.

Para calcular o tamanho e identificar: seixo, matacão e calhau, utilizaram-se dados da tabela de intervalos granulométrico de Giannini e Melo (2009), (TABELA 1).

TABELA 1 Intervalos granulométricos

Intervalo granulométrico (mm)	Classificação nominal
>256	Matacão
256 – 64	Bloco ou Calhau
64 - 4,0	Seixo

As amostras de sedimento de fundo e suspensão foram analisadas no Laboratório de Pesquisa e Ensino em Geomorfologia Fluvial ‘Antônio Christofolletti’ da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Colíder.

3.8 Confeção dos croquis dos perfis transversais

A confecção dos croquis ocorreu com o auxílio da pesquisa de campo e com a coleta das coordenadas que posteriormente foram utilizados em trabalho em gabinete; estas coordenadas concederam a visualização da largura do canal pelo site da ESRI - ArcGis (<https://www.arcgis.com/apps/Profile/index.html>) possibilitando a extração por perfil topográfico. O recorte do perfil topográfico foi importado para o software Corel Draw X3, de onde foram confeccionados as feições, elementos e layout.

3.9 Cálculo de vazão

Para calcular a velocidade da corrente medida em (m/s) pela distância percorrida utilizou-se a fórmula adotada por Cunha (1996): $V = D / T$ onde: V= velocidade D= distância T= tempo

Para calcular a área na seção transversal no nível de margens plenas e áreas da seção molhada adotou-se a fórmula utilizada por Cunha (1996): $A = L \times P$ onde: A= área de seção L= largura do canal P= profundidade média

Para obter o cálculo da vazão foi utilizada a fórmula adotada por Cunha (1996): $Q = V \times A$ onde: Q= vazão V= velocidade das águas A= área

4. Resultados e discussões

4.1 Afluente Sem Denominação I

O afluente Sem Denominação I, situado a margem esquerda do rio Teles Pires, está localizado em área de floresta arbórea densa. Possui largura de 10,20m e profundidade média de 0,60m (Perfil Transversal), (FIGURA 1).

Ponto A com velocidade de 5 m/s e vazão de 455,97 m³/s a montante no rio Teles Pires e no ponto B com velocidade de 4m/s com uma vazão de 376,66m³/s a jusante no rio Teles Pires (TABELA 2).

Por se tratar de um canal de pequena proporção, o afluente Sem Denominação I em período de estiagem não registrou vazão.

No ponto (A), localizado a montante do afluente no rio Teles Pires, não foi coletado sedimentos de granulometria reduzida sendo registrado seixos (36 mm/41 mm), devido a localidade apresentar afloramento rochoso. O ponto (B) no afluente apresentou grande quantidade de sedimentos grosseiros com uma expressiva quantidade de 97,21 % de areia fina, 0,69 % de areia média, 1,61 % de silte e 0,49 % de argila (TABELA 3).

O ponto (C), a jusante no rio Teles Pires, quantificou-se 94,86 % de areia fina, 0,36 % de areia média, 4,45 % de silte e 0,33 % de argila (TABELA 3). Pode-se notar a contribuição granulométrica expressivo mesmo, pois a montante apresenta afloramento rochoso não sendo possível averiguar o transporte.

Em período de cheia, o afluente apresenta a largura de 14,7m e profundidade média de 1,7 m (Perfil Transversal), com uma vazão de 11,49 m³/s

FIGURA 1 Perfil transversal - período de estiagem no ambiente de confluência do rio Sem Denominação I

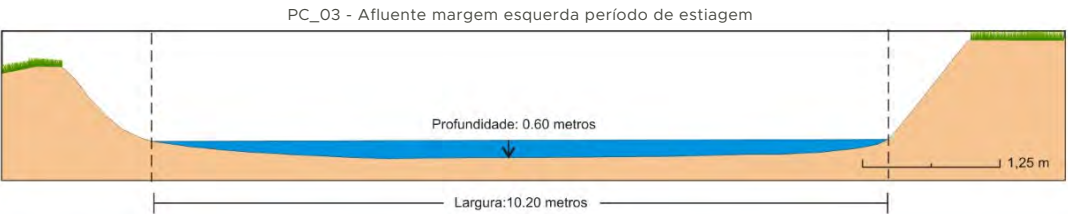


TABELA 2 Variáveis hidrodinâmicas - afluente Sem Denominação I no período de estiagem

Ponto	Perfil Transversal				
	Largura (m)	Profundidade média (m)	Velocidade (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)
A. Montante - rio Teles Pires	350,75	2,6	0,5	911,95	455,97
B. Afluente (ME) - Sem Denominação I	10,20	0,60	0	6,12	0
C. Jusante - rio Teles Pires	348,77	2,7	0,4	941,67	376,66

(FIGURA 2 e TABELA 4). Nesse período os canais fluviais aumentam expressivamente sua profundidade e vazão propiciando um aumento considerável em sua carga transportada.

No afluente em período de cheia, o transporte de sedimentos em suspensão foi de 0,032 mg/L. Os sedimentos de fundo apresentaram grande quantidade de areia fina com 96,53 %, 0,99 % de areia média, 2,08 % de silte e 0,40 % de argila. Notou-se que o grande percentual de sedimentos transportados a jusante é de areia fina com 72,27 %. Registrou ainda nesse ponto 22,92 % de areia grossa, 1,61 % de areia média, 2,57 % de silte e 0,63 % de argila (TABELA 5).

Ao analisar a TABELA 4 nota-se que a montante do afluente não foi coletado sedimentos, devido ao afloramento rochoso dessa parte do canal. Comprova-se que o afluente Sem Denominação I contribui com a carga sedimentar do rio Teles Pires, quando se observa a quantidade de sedimentos encontrados a jusante do mesmo.

4.2 Afluente Matrinxã

O rio Matrinxã está localizado a jusante da UHE de Colíder, na margem esquerda do rio Teles Pires. Com uma largura de 23m, profundidade média de 2,4 m, área de 55,2 m² e vazão de 22,08 m³/s em período de estiagem (FIGURA 3 e TABELA 6).

O ponto (A) apresentou profundidade média de 5,3 m, velocidade de 13 m/s, área de 1.868,674 m² e vazão de 24.292,76 m³/s. O ponto (C), com largura de 316,32 m, profundidade média de 3,9 m e com uma velocidade de 10 m/s, teve uma área de 1.233,648 m² com vazão de 123,36 m³/s (TABELA 6).

No ponto (A), localizado a montante do afluente Matrinxã, foram coletados seixos com granulometria de 26 mm e 20 mm. Devido a sua forma pode-se constatar que os mesmos são transportados por arraste e ou saltação.

O ponto (B) no afluente rio Matrinxã pode-se quantificar 0,03 % de areia grossa, 7,8 % de areia média, 87,50 % de areia fina, 4,29 % de silte e 0,38 % de argila e de sedimentos em suspensão 0,04 mg/L (TABELA 7).

TABELA 3 Sedimentos fundo e suspensão - afluente Sem Denominação I no período de estiagem

Ponto	Sedimento de Fundo (%)					Sedimento em Suspensão (mg/L)
	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	
A. Montante -rio Teles Pires	---	---	---	---	---	0,03
B. Afluente (ME) - Sem Denominação I	---	0,69	97,21	1,61	0,49	0,05
C. Jusante - rio Teles Pires	---	0,36	94,86	4,45	0,33	0,04

FIGURA 2 Perfil transversal - período de cheia no ambiente de confluência do rio Sem Denominação I

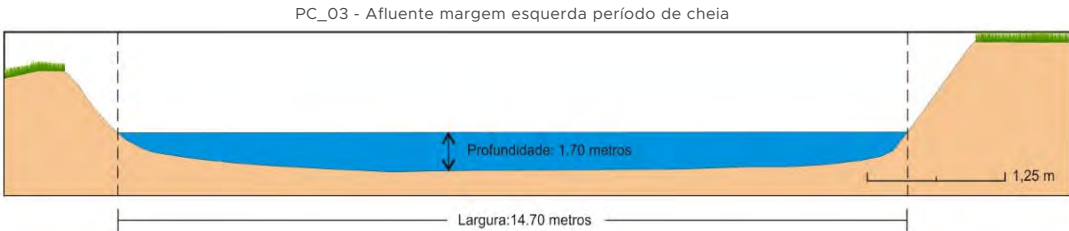


TABELA 4 Variáveis hidrodinâmicas - afluente Sem Denominação I no período de cheia

Ponto	Perfil Transversal				
	Largura (m)	Profundidade média (m)	Velocidade (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)
A. Montante - rio Teles Pires	350,75	3,9	0,54	1.367,925	738,67
B. Afluente (ME) - Sem Denominação I	14,7	1,7	0,46	24,99	11,49
C. Jusante - rio Teles Pires	348,77	4	0,5	1.395,08	697,54

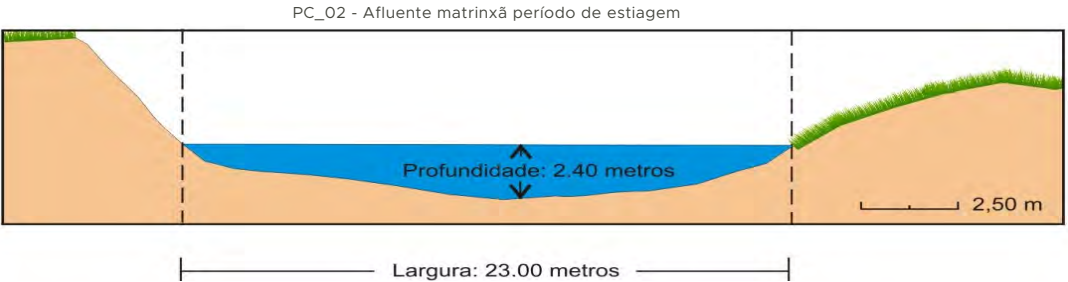
TABELA 5 Sedimentos fundo e suspensão - afluente Sem Denominação I no período de cheia

Ponto	Sedimento de Fundo (%)					Sedimento em Suspensão(mg/L)
	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	
A. Montante - rio Teles Pires	---	----	----	---	---	0,015
B. Afluente (ME) – Sem Denominação I	---	0,99	96,53	2,08	0,40	0,032
C. Jusante - rio Teles Pires	22,92	1,61	72,27	2,57	0,63	0,057

TABELA 6 Variáveis hidrodinâmicas - afluente Matrinxã no período de estiagem

Ponto	Perfil Transversal				
	Largura (m)	Profundidade média (m)	Velocidade (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)
A. Montante - rio Teles Pires	352,58	5,3	0,13	1.868,674	242,92
B. Afluente - Matrinxã	23	2,4	0,4	55,2	22,08
C. Jusante - rio Teles Pires	316,32	3,9	0,10	1.233,648	123,36

FIGURA 3 Perfil transversal - período de estiagem no ambiente de confluência do rio Matrinxã



O ponto (C), a jusante do afluente Matrinxã no rio Teles Pires, notou-se que 0,44 % do material transportado é de areia média, 96,05 % de areia fina, 3,16 % de silte e 0,35 % de argila e de material suspenso 0,035 mg/L (TABELA 7). Verificou-se que o rio Matrinxã contribui com a carga sedimentar encontrada a jusante do afluente com presença expressiva de areia fina.

No período de cheia, o rio Matrinxã apresentou 24,87 m de largura, 3,6 m de profundidade e área de 89,532 m² com vazão de 51,92 m³/s (FIGURA 4 e TABELA 8).

O ponto (A), situado a montante do afluente Matrinxã no rio Teles Pires, possui largura de 352,58 m, profundidade de 6,4 m, com uma velocidade de 0,36 m/s, área de 2.256,512 m² e vazão de 812,34 m³/s.

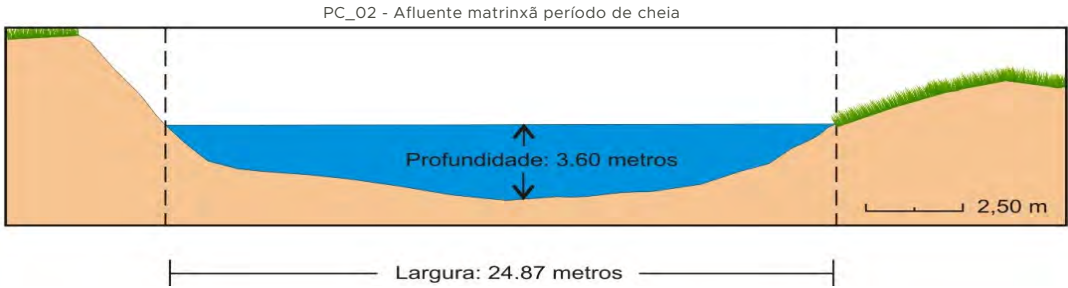
O ponto (C), a jusante do afluente Matrinxã no rio Teles Pires, apresentou largura de 316,32 m, profundidade média de 4,9 m, uma velocidade de 0,47 m/s, obtendo uma área de 1.549,968 m² e vazão de 728,48 m³/s (TABELA 8).

O rio Matrinxã apresentou, nos dois períodos pesquisados (cheia e estiagem), uma vazão considerada, justificando o registro da quantidade dos sedimentos transportados. Na coleta em período de estiagem não se registrou materiais de granulometria reduzida (areia grossa, média, fina, silte e argila), sendo coletados apenas seixos. No período de cheia, devido sua vazão e velocidade, ocorre maior transporte de sedimentos ocasionados pelos processos erosivos tanto em sua margem como em seus afluentes, sendo possível a coleta de sedimentos para análise.

TABELA 7 Sedimentos de fundo e suspensão - afluente Matrinxã no período de estiagem

Ponto	Sedimento de Fundo (%)					Sedimento em Suspensão (mg/L)
	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	
A. Montante - rio Teles Pires	---	---	---	---	---	0,037
B. Afluente - Matrinxã	0,03	7,8	87,50	4,29	0,38	0,04
C. Jusante -rio Teles Pires	---	0,44	96,05	3,16	0,35	0,035

FIGURA 4 Perfil transversal - período de cheia no ambiente de confluência do rio Matrinxã



O ponto (A), localizado a montante do rio Matrinxã no rio Teles Pires, apresentou grande percentual de areia fina, com 99,69 % desse material. O ponto (B) no afluente do rio Matrinxã apresentou grande concentração de areia fina 69,28 %, silte 28,77 % e 1,07 % de argila, sendo registrado menor percentual de areia média 0,88 %. Apresentou carga suspensa de 0,0675 mg/L (TABELA 9).

O ponto (C), a jusante do rio Matrinxã no rio Teles Pires, registrou-se 0,96 % de areia média, 98,39 % de areia fina, 0,23% de silte, 0,42 % de argila e uma carga suspensa de 0,025 mg/L.

O rio Matrinxã tem capacidade de transportar sedimentos arenosos (grosseiros) com concentração de areia fina tanto em período de cheia quanto

estiagem, respectivamente. Teve um aumento considerável de silte que passou de 4,29 % (período de estiagem) para 28,77 % (período chuvoso) explicado pelos processos erosivos marginais (TABELA 7 e 9), (FIGURA 5).

A margem direita está sendo ocupada com a finalidade de área de lazer e para pesca. Por se tratar de um canal fluvial meandrante ocorre escavação na margem côncava e deposição na margem convexa. A erosão marginal ocorre pelo solapamento da base que propicia a queda de blocos, aumentando a carga sedimentar. A erosão é acelerada devido à retirada da vegetação nas margens (construção de casa, e espaços limpos para pesca e colocação de balsa artesanal).

TABELA 8 Variáveis hidrodinâmicas - afluente Matrinxã no período de cheia

Ponto	Perfil Transversal				
	Largura (m)	Profundidade média (m)	Velocidade (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)
A. Montante - rio Teles Pires	352,58	6,4	0,36	2.256,512	812,34
B. Afluente - Matrinxã	24,87	3,6	0,58	89,532	51,92
C. Jusante - rio Teles Pires	316,32	4,9	0,47	1.549,968	728,48

TABELA 9 Sedimentos fundo e suspensão - afluente Matrinxã no período de cheia

Ponto	Sedimento de Fundo (%)					Sedimento em Suspensão(mg/L)
	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	
A. Montante - rio Teles Pires	---	---	99,69	0,08	0,23	0,04
B. Afluente -Matrinxã	---	0,88	69,28	28,77	1,07	0,0675
C. Jusante - rio Teles Pires	---	0,96	98,39	0,23	0,42	0,025

FIGURA 5 Turbidez da água: **A.** processos erosivos marginais; **B.** seta indicando presença de subafluente.

FONTE: OS AUTORES.



5. Conclusões

Através desse estudo foi possível averiguar a dinâmica em dois ambientes de confluência. Assim, por meio das análises granulométricas foi verificado e quantificado a capacidade e os sedimentos (areia grossa, média, fina, silte, argila, calhau e seixos) transportados e depositados pelo rio Matrinxã e Sem Denominação I. Os mesmos contribuem com a carga sedimentar do rio Teles Pires.

O afluente Sem Denominação I do rio Teles Pires está localizado em área de floresta arbórea densa. O mesmo tem capacidade de transportar sedimentos grosseiros, com grande porcentagem de areia fina em sua composição granulométrica.

O rio Matrinxã tem capacidade de transporte em maior concentração de areia fina tanto em período de cheia quanto estiagem. Teve um aumento considerável de silte no período chuvoso explicado pelos processos erosivos marginais, onde o solapamento basal associado ao aumento da velocidade da água nas margens côncavas, retira o material da base, provocando a queda da parte superior.

Vale ressaltar que com a construção da Usina Hidrelétrica de Colider, os canais fluviais estão sendo alterados em sua dinâmica natural. Devido aos poucos estudos na área faz-se necessário continuidade para acompanhamento das alterações ao longo do tempo.

6. Referências citadas

- ANDRADE, L. N. P. da S.; SOUSA, C. A. de; BINDANDI, N. M. e S. C. BINDANDI. 2012. "Processos deposicionais na foz da baía Salobra confluência com o rio Paraguai em Cáceres-MT". Em: C. A. de SOUZA (Org.). *Bacia hidrográfica do rio Paraguai-MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. pp. 159-171. Cubo. São Carlos, Brasil.
- ANDRADE, L. N. P. da S.; MACHADO, A. D.; ANDRADE, F. J. do E. S.; S. C. BINDANDI. 2015. Aporte de sedimentos e feições deposicionais na baía do Retiro no rio Paraguai no município de Cáceres-Mato Grosso. *Anais*, 3(3). GEOCOMP. pp. 131-137. Colíder, UNEMAT. Brasil.
- BAYER, M. e T. M. de CARVALHO. 2008. "Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia". *Revista de estudos ambientais* (REA 25), 10(2): 24-31. Disponível em: <http://gorila.furb.br/>. [Consulta: agosto, 2017].
- BOTELHO, R. G. M. 2011. "Bacias hidrográficas urbanas". Em: A. J. T. GUERRA (Org.). *Geomorfologia Urbana*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.
- BOTELHO, R. G. M. e A. S. da SILVA. 2014. "Bacia hidrográfica e qualidade ambiental". Em: A. C. VITTE e A. J. T. GUERRA. *Reflexões sobre Geografia Física no Brasil*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.
- BÜHLER, B. F. 2011. *Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do Iate e a região do Sadão, município de Cáceres (MT) sob os enfoques quantitativos e perceptivos*. Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Disponível em: <http://portal.unemat.br/>. [Consulta: janeiro, 2017].
- CARNEIRO FILHO, A. e O. B. de SOUZA. 2009. *Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira*. Instituto Socioambiental. São Paulo, Brasil. Disponível em: https://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/Atlas.pdf. [Consulta: outubro, 2017].
- CARVALHO, N. de O. 1994. *Hidrossedimentologia Prática*. CPRM. Rio de Janeiro, Brasil.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia*. Edgard Blücher. São Paulo, Brasil.
- COMPAGNOLI, F. 2012. "Gestão de reservatórios de hidrelétricas: O potencial hidráulico da União gerido como recurso renovável". Em: F. COMPAGNOLI e N. C. DINIZ. (Orgs.). *Gestão de reservatórios hidrelétricos*. pp. 11-14. Oficina de textos. São Paulo, Brasil.
- CUNHA, L. H. e M. C. N. COELHO. 2008. "Política e gestão ambiental". Em: S. B. da CUNHA e A. J. T. GUERRA (Orgs.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.
- CUNHA, S. B. 1996. "Geomorfologia fluvial". Em: S. B. CUNHA e A. J. T. GUERRA. (Orgs.). *Geomorfologia: Exercícios, técnicas e aplicações*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.
- EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*. 2. ed. Embrapa solos. Rio de Janeiro, Brasil.
- GIANNINI, P. C. F. e M. S. de MELO. 2009. "Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese". Em: W. TEIXEIRA; T. R. FAIRCHILD; M. C. M. de TOLEDO e F. TAIOLI. (Org.). pp. 240-277. *Decifrando a Terra*. 2º ed. Nacional. São Paulo, Brasil.
- GIL, A. C. 2000. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 2ª ed. Atlas. São Paulo, Brasil.
- GUERRA, A. T. e A. J. T. GUERRA. 1997. *Novo dicionário Geológico-geomorfológico*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.

- LEANDRO, G. R. S. e C. A. SOUZA. 2012. "Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil". *Ambi-Agua*, 7(2): 263-276. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/>. [Consulta: agosto, 2017].
- MEADE, R. H.; NORDIN, J. R. C. F.; CURTIS, W. F.; RODRIGUES, F. M. C.; VALE, C. M. do e J. M. EDMOND. 1979. "Transporte de sedimentos no rio Amazonas". *Acta Amazônica*. 9(3): 543-547. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v9n3/>. [Consulta: agosto, 2017].
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos e M. E. DEL PRETTE. 2002. "A utilização do conceito Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais". Em: A. SCHIAVETTI e A. F. M. CAMARGO. *Conceitos de Bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. Editus. Ilhéus, Baía, Brasil.
- SANTOS JUNIOR, E. dos (Org.). 2011. "Bacia hidrográfica". Em: *Bacia hidrográfica desafios da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no município de Cuiabá-MT*. Disponível em: <http://docplayer.com.br/>. [Consulta: janeiro, 2017].
- SANTOS, M. de; SOUZA, C. A. de; SOUSA, J. B. de; ROSESTOLATO FILHO, A. e R. P. dos SANTOS. 2013. "Dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha no município de Cáceres MT- Brasil". *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico conhecer-Goiania*, 9(17): 3.160. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/>. [Consulta: agosto, 2017].
- SILVA, E. S. F. de e C. A. de SOUZA. 2012. "Aporte de sedimentos do rio Paraguai no trecho entre o Furado do Touro e Passagem Velha-Cáceres-MT". Em: C. A. de SOUZA (Org.). *Bacia Hidrográfica do rio Paraguai-MT: Dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. Cubo. São Carlos, Brasil.
- SOUZA, J. O. P. de. 2013. "Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial-uma revisão de conceitos". *Caminhos da Geografia*, 14(46): 224-233. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/>. [Consulta: janeiro, 2017].
- STEVAUX, J. C. e E. M. LATRUBESSE. 2017a. "Bacia de drenagem e rede de canais de escoamento". Em: J. C. STEVAUX e E. M. LATRUBESSE. *Geomorfologia fluvial*. pp. 59-76. Oficina de Textos. São Paulo, Brasil.
- STEVAUX, J. C. e E. M. LATRUBESSE. 2017b. "Processo fluvial de transporte e sedimentação". Em: J. C. STEVAUX e E. M. LATRUBESSE. *Geomorfologia fluvial*. pp. 119-142. Oficina de Textos. São Paulo, Brasil.
- SUGUIO, K. 2003. "Geologia Sedimentar Aplicada". Em: K. SUGUIO. *Geologia Sedimentar*. Edgard Blücher. São Paulo, Brasil.
- TAIOLI, F. 2009. "Recursos energéticos e meio ambiente". Em: W. TEIXEIRA; T. R. FAIRCHILD; M. C. M. de TOLEDO e F. TAIOLI (Orgs.). *Decifrando a Terra*. Companhia Editora Nacional. São Paulo, Brasil.
- TESSLER, M. G. 1982. *Sedimentação atual na região lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo*. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Tessler_Mestrado_vol_1_Texto.pdf. [Consulta: agosto, 2017].

Ordenamiento territorial rural

de acuerdo con la capacidad de uso de la
tierra, microcuenca Rumipamba, Ecuador

Rural land-use planning according to land use capability,
Rumipamba micro basin, Ecuador

Marco P. Cevallos¹

Edgar J. Jaimes²

José G. Mendoza²

María J. Jiménez³

Gabriel E. Casanova³

¹ Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador;

² Universidad de Los Andes, Grupo de Investigación de Suelo y Agua,
Núcleo Universitario 'Rafael Rangel', Trujillo, Venezuela;

³ Gobierno Provincial de Imbabura, Ecuador.

cevallos1963@hotmail.com; jaimes.5060@gmail.com; josegmm1905@gmail.com;
mjjcevallos@gmail.com; ksanovadlabarra@gmail.com

Resumen

La planificación es el instrumento de mayor relevancia para diferentes niveles de gobierno, en la República del Ecuador. En este contexto, el gobierno provincial de Imbabura decidió llevar a cabo un estudio en la microcuenca quebrada Rumipamba, parroquia La Esperanza, municipio Ibarra; con el objetivo de complementar el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Provincial, a través de un mejor uso y regulación del suelo rural. Se aplicó un esquema de Evaluación de Tierras por Capacidad de Uso Agropecuario basado en el sistema del USDA. De acuerdo con las características edafoclimáticas de la zona, de los cultivos actualmente establecidos y de la capacidad de uso de las tierras determinadas en este estudio, se concluyó que es necesario acudir nuevamente a los usos agrícolas que años atrás giraron en torno a cultivos andinos como la achera, espinaca, jícama y mashwa, en un todo de acuerdo al principio agroecológico de diversificar las especies y los recursos genéticos en esa microcuenca.

PALABRAS CLAVE: planificación del uso agropecuario; evaluación de tierras; agroecología; uso actual de la tierra; regulación de la tierra rural.

Abstract

Planning is the highest relevance tool for different government levels, in the Republic of Ecuador. For this reason, the Provincial Government of Imbabura decided to carry out a study in the Rumipamba micro basin, in La Esperanza District, Ibarra municipality, whose objective is to complement the Provincial Development plan and land-use planning for a better use and regulation of rural soil. The USDA's based Land Evaluation System was applied to know its Agricultural Use Capability. According to the edaphoclimatic characteristics of the area, the crops currently established and the land use capability determined through this study, it was concluded that it is necessary to go back to the agricultural uses that decades before were based on Andean farmings like spinach, jicama and mashwa. As a whole, this is based on the agro ecological principle of diversifying species and genetic resources in this micro basin.

KEYS WORD: agricultural land use planning; land evaluation; agroecology; land current use; rural land regulation.

1. Introducción

En el contexto de la actual constitución política del Ecuador, la planificación constituye el instrumento de mayor relevancia en las competencias atribuidas a los diferentes niveles de gobierno (nacional, provincial, cantonal y parroquial). Es así como la Constitución establece en sus artículos 241 y 264 (numeral 1), la obligatoriedad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) a la planificación y el ordenamiento territorial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural (Asamblea Nacional, 2008).

En efecto, el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (Asamblea Nacional, 2010) señala en su artículo 12 que: *“...la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial es competencia de los GAD's...”*; expresando además en los artículos 41 y 43 que: *“...los planes de desarrollo son las directrices principales respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo en el territorio... y que los planes de ordenamiento territorial tienen por objeto ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales...”*; estableciendo en el artículo 466 que los planes de ordenamiento territorial: *“...son el instrumento que orientará el desarrollo, que deberá ser armónico y sostenible, a través de la mejor utilización de los recursos naturales, la organización del espacio, la infraestructura y las actividades conforme a su impacto físico, ambiental y social con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y alcanzar el buen vivir...”*.

Los planes de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT), del GAD Provincial de Imbabura (2015), en el cual está incluido el del Parroquial de La Esperanza, señala las zonas de ordenamiento territorial; sin embargo, estas zonas delimitan áreas en sus diversas categorías pero no detallan el uso del suelo de acuerdo a su capacidad productiva. Por

ello, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (Asamblea Nacional, 2016) constituye la guía jurídica más específica que busca superar tal situación, al señalar en su artículo 13 que: *“Los planes complementarios son instrumentos de planificación de los niveles de gobierno regional, provincial, municipal y metropolitano que tienen por objeto detallar, completar y desarrollar de forma específica lo establecido en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial...”*; resaltando en el artículo 19 que *“El suelo rural es el destinado principalmente a actividades agroproductivas, extractivas o forestales...”*.

Dentro de este contexto jurídico y de planificación, la prefectura de Imbabura decidió realizar un estudio en la microcuenca quebrada Rumipamba, ubicada en la parroquia La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, como un estudio piloto que sirviera de base para la elaboración de futuras propuestas de planes complementarios a los PDOT's parroquiales, en unidades territoriales específicas.

El objetivo de este trabajo fue complementar el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Imbabura, en función de un mejor uso y regulación del suelo rural de acuerdo a su capacidad de uso agropecuario y forestal, para lo cual se proponen usos adecuados a las características edafoclimáticas y tradición socio-cultural, en la microcuenca Rumipamba.

2. Metodología

2.1 Descripción y localización del área de estudio

Hidrográficamente, el área de estudio (1.204,89 ha) está definida por la quebrada Rumipamba (cauce principal), el cual nace en la cima del volcán Imbabura; la quebrada Cashahuayco (parte norte de la microcuenca), como afluente del cauce principal, y la quebrada Oscura (parte sur de la misma), las que a su vez drenan sus aguas al río Tahuando. La

precipitación anual promedio varía de 750 a 1.250 mm, y la temperatura anual oscila entre 5 y 15 °C.

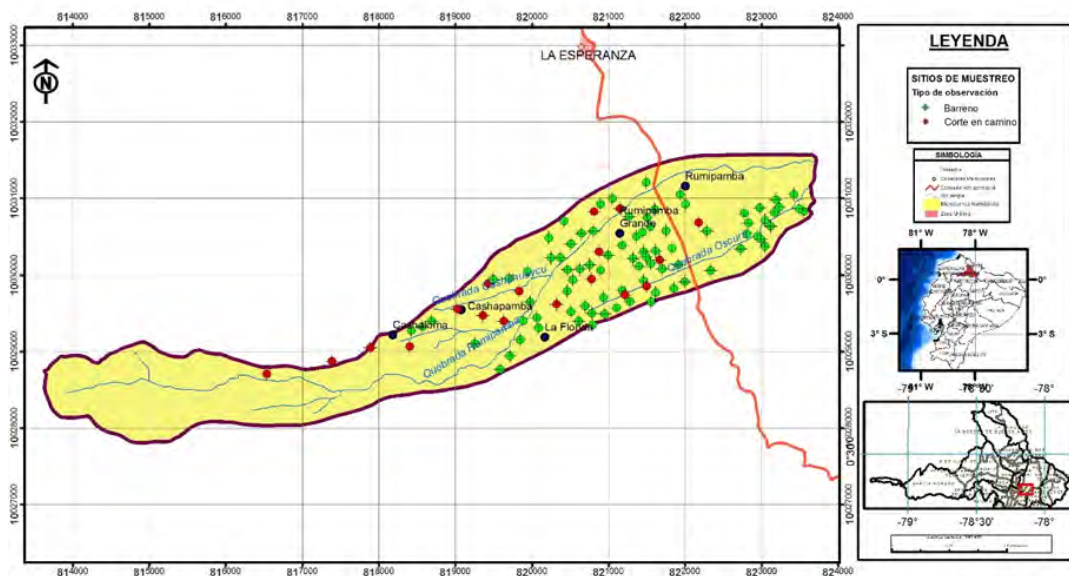
Los suelos son de origen volcánico (Andisoles), caracterizados por epipedones úmbricos y melánicos, además de endopedones cámbicos, ácidos, con alto contenido de materia orgánica, texturas francas, elevada tasa de retención de humedad y permeables.

El uso actual de la tierra está definido por dos zonas: una, con pastos, cultivos y vegetación de páramo y otra, con vegetación arbustiva. Las áreas ocupadas por pastos y cultivos se caracterizan por la presencia de ganado vacuno, porcino, aves de corral y cuyes, fundamentalmente; y agricultura basada en cultivos de maíz (*Zea mays* L.), papa (*Solanum tuberosum* spp), arveja (*Pisum sativum* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), haba (*Vicia faba* L.), melloco (*Ullucus tuberosus*), avena (*Avena sativa*), oca (*Oxalis tuberosum* M.) y quinua (*Chenopodium quinoa* W.).

2.2 Delimitación y descripción de unidades de suelo

Con base en el análisis-síntesis del componente bio-físico (geología, relieve, geomorfología, suelos, cobertura vegetal y climatología), contenido en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia La Esperanza 2015-2019 (Cevallos *et al.*, 2015); con el foto-análisis y foto-lectura de los elementos fisiográficos visibles en un modelo de orto-foto-imagen de la microcuenca quebrada Rumipamba a escala 1.25.000, elaborado por SIL GEOIMBABURA (2014), a partir de la imagen satelital SPOT-2014 (escala 1:100.000), se delimitaron seis unidades de suelo, cuyas particularidades se describen más adelante. Las características pedogeomorfológicas fueron reconocidas y descritas en 80 observaciones de barrenos y 20 cortes de camino. Los atributos físicos y químicos provienen de los análisis de laboratorio realizados a 70 muestras de suelo colectadas de 23 perfiles de suelos representativos de la microcuenca en estudio (FIGURA 1).

FIGURA 1 Ubicación de los perfiles de suelo descritos en la microcuenca Rumipamba



2.3 Clasificación taxonómica y mapeo de los suelos descritos en el área de estudio

Se realizó una descripción general de los suelos siguiendo las claves indicadas en la Taxonomía de Suelos (*Soil Survey Staff*, 2014) para determinar la clase taxonómica de cada suelo, considerando los diferentes niveles de clasificación; es decir: Orden, Sub-Orden, Gran-Grupo y Sub-Grupo. Luego, se procedió a realizar el mapeo de los mismos. En el caso de la microcuenca quebrada Rumipamba, la escala seleccionada fue 1:25.000, adecuada para mapear clases taxonómicas a nivel de los sub-grupos de suelos. Las unidades cartográficas utilizadas para este estudio fueron: Asociación y Consociación.

2.4 Clasificación por capacidad de uso de la tierra

De acuerdo con Rossiter y Vargas (2004), la capacidad de uso de la tierra debe ser entendida como el soporte que tiene un área específica del territorio para ser utilizada en forma sostenida sin afectar su respuesta productiva futura. Con base en esta referencia, se procedió a aplicar el sistema de Capacidad de Uso de las Tierras propuesto por Klingebiel y Montgomery (1961) para los Estados Unidos de Norteamérica a inicios de los años 60, con adaptaciones a las condiciones tropicales de las tierras localizadas al norte del río Orinoco, en Venezuela, realizadas por Comerma y Arias (1971) y actualizadas por Comerma (2002).

Para aplicar este sistema de clasificación de tierras es necesario utilizar los criterios de valoración de los factores y subfactores específicos, indicados en el CUADRO 1, con la finalidad de determinar las principales limitaciones que tiene una unidad de tierra para ser incluida en una clase y subclase general o específica de capacidad de uso. En ese sentido, el factor y subfactor que limiten la capacidad de uso será aquel que presente la condición

más desfavorable o adversa para que se le pueda dar a la tierra un uso agrícola, pecuario o forestal.

Una vez determinados los factores y subfactores limitantes de la capacidad de uso, se procede a utilizar los criterios establecidos por Comerma y Arias (1971), a fin de definir la capacidad de uso de las tierras, en la microcuenca Rumipamba, de acuerdo con los términos indicados en los CUADROS 2 y 3.

2.5 Regulación del uso del suelo

Considerando lo establecido en el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, es pertinente resaltar que una de las competencias de los gobiernos provinciales es la expedición de ordenanzas que fomenten la producción agropecuaria; en consecuencia, de acuerdo con los resultados que se presentan a continuación, y con base en la interacción y análisis de los mismos con los actores sociales de la microcuenca Rumipamba y los funcionarios del gobierno provincial y parroquial, se elaboró una propuesta de ordenanza con el fin de regular el uso del suelo rural y de las actividades agropecuarias.

3. Resultados y discusión

3.1 Características de las unidades de suelo

En la FIGURA 2 se muestra el mapa de las unidades de suelo que fueron delimitadas en la microcuenca de la quebrada Rumipamba, cuyas características se describen a continuación:

3.1.1 Unidad de suelo A. Flancos inferiores escarpados del volcán Imbabura

La unidad de suelo A tiene un área aproximada de 252,30 ha, localizada entre los 2.854 y 3.366 msnm; con pendientes relativamente constantes que fluctúan entre 20 % y 45 %. La zona de vida corresponde a Bosque Húmedo Montano, con

CUADRO 1 Valoración de los factores y subfactores determinantes de las clases y subclases de capacidad de uso de las tierras para fines agropecuarios y forestales.
FUENTE: COMERMA Y ARIAS (1971), ACTUALIZADO POR COMERMA (2002)

Factores y subfactores	Unidad	Valoraciones para tablas de capacidad de uso					
		1	2	3	4	5	6
Pendiente (p)	%	< 3	3 – 8	8 – 20	20 - 45	45 – 60	> 60
Microrelieve (m)	Clase	Plano	Ondulación muy amplia	Ondulación de igual ancho y profundidad	Ondulación más profunda que ancha	-	-
Erosión (E)	Grado	Ligera	Moderada	Fuerte	Severa	-	-
Textura (g)	Clase Textural	a; aF	Fa; F; FAa	L; FL; FAL; FA; Aa	AL; A	Esquelética	-
Pedregosidad (r)	% del área	< 0,01	0,01 – 0,1	0,1 – 15	> 15	-	-
Profundidad (h)	cm	> 100	50 – 100	25 – 50	0 – 25	-	-
Sales (s)	dS/m	0 – 4	4 – 8	8 – 12	> 12	-	-
Fertilidad (f)	Clase	Ligera limitación	Moderada limitación	Fuerte limitación	Severa limitación	Muy Severa limitación	-
Permeabilidad (c)	Clase	Muy Lenta	Lenta	Moderada	Rápida	Muy Rápida	-
Drenaje interno (n)	Clase	Muy Lento	Lento	Moderado	Rápido	-	-
Drenaje externo (a)	Clase	Anegado	Muy Lento	Lento	Moderado	Rápido	-
Inundación (i)	Número de veces	Sin	Ocasional	Frecuente	Muy Frecuente	-	-

CUADRO 2 Criterios paramétricos para determinar las clases y subclases, generales y específicas, de capacidad de uso de las tierras de la microcuenca Rumipamba, localizadas en la zona de vida bosque húmedo montano, en condiciones naturales de clima y drenaje.
FUENTE: FUENTE: COMERMA Y ARIAS (1971), ACTUALIZADO POR COMERMA (2002)

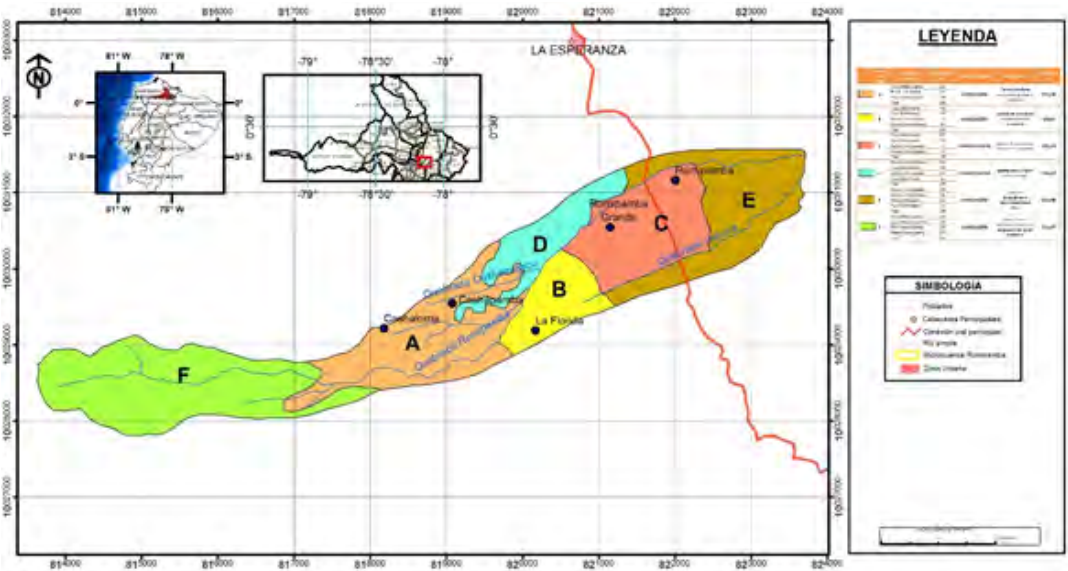
Zona de vida				Precipitación (mm)			Temperatura (°C)		Etp/p	Altitud (msnm)		
Bosque húmedo montano				500 – 1.000			5 – 12		0,5 – 1	2.500 – 3.300		
Factor	Topografía (T)		Erosión (E)	Suelo (S)						Drenaje (D)		
	Pendiente (p)	Microrelieve (m)		Text. (g)	Pedreg. (r)	Prof. (h)	Salinidad (s)	Fertilidad (f)	Permeab. (c)	Drenaje interno (n)	Drenaje externo (a)	Inundación (i)
Clase	Hasta			Acepta	Hasta				Acepta			Hasta
I												
II												
III												
IV												
V												
VI	4	3	3	1 – 4	3	3	2	3	2 – 4	2 – 4	1 – 4	3
VII	5	3	4	1 – 5	3	4	3	5	1 – 4	1 – 4	1 – 4	3
VIII	6	4	4	1 – 5	4	4	4	5	1 – 5	1 – 4	1 – 4	4

CUADRO 3 Criterios paramétricos para determinar las clases y subclases, generales y específicas, de capacidad de uso de las tierras de la microcuenca Rumipamba, localizadas en la zona de vida bosque húmedo montano bajo, en condiciones naturales de clima y drenaje.

FUENTE: FUENTE: COMERMA Y ARIAS (1971), ACTUALIZADO POR COMERMA (2002)

Zona de vida				Precipitación (mm)		Temperatura (°C)		Etp/p		Altitud (msnm)		
Bosque húmedo montano bajo				1.000 – 2.000		12 – 18		0,5 – 1		1.500 – 2.600		
Factor	Topografía (T)		Erosión (E)	Suelo (S)						Drenaje (D)		
	Pendiente (p)	Microrelieve (m)		Text. (g)	Pedreg. (r)	Prof. (h)	Salinidad (s)	Fertilidad (f)	Permeab. (c)	Drenaje interno (n)	Drenaje externo (a)	Inundación (i)
Clase	Hasta			Acepta	Hasta				Acepta			Hasta
I												
II												
III	2	1	2	2 - 4	1	2	1	2	2 - 4	3, 4	3 - 5	1
IV	3	2	2	1 - 4	1	3	2	3	2 - 4	2 - 4	2 - 5	2
V	4	2	2	1 - 4	2	3	2	4	2 - 4	2 - 4	2 - 5	3
VI	4	3	3	1 - 5	3	4	3	5	1 - 5	1 - 4	1 - 5	3
VII	5	4	4	1 - 5	4	4	3	5	1 - 5	1 - 4	1 - 5	4
VIII	6	4	4	1 - 5	4	4	4	5	1 - 5	1 - 4	1 - 5	4

FIGURA 2 Unidades de suelo delimitadas en la microcuenca Rumipamba



una pluviosidad entre 500 y 1.000 mm y temperatura ambiental entre 5 y 12 °C; con regímenes de humedad y temperatura del suelo údico e isomésico, respectivamente. Incluye los siguientes subgrupos de suelos: **a)** Typic Melanudants (29 %); **b)** Thactic Udivitrands (29 %) y **c)** Humic Udivitrands (42 %). Cartográficamente la unidad que reúne este patrón de taxones es la Asociación. Las comunidades incluidas en esta unidad son Cashaloma y Cashapamba.

3.1.2 Unidad de suelo B. Laderas de coluviación moderadamente escarpada

La unidad de suelo B tiene una superficie aproximada de 99,22 ha, localizada entre los 2.869 y 2.718 msnm y con pendientes que fluctúan entre 8 % y 20 %. La zona de vida corresponde a Bosque Húmedo Montano, con una pluviosidad entre 500 y 1.000 mm y temperatura ambiental entre 5 y 12 °C; con regímenes de humedad y temperatura del suelo údico e isomésico, respectivamente. Los taxones reconocidos en esta unidad fueron: Typic Udorthents (45 %); Typic Humudepts (40 %); Cumulic Humudepts (5 %) y Fluventic Humudepts (10 %). La unidad cartográfica que los agrupa es una Asociación. La comunidad referente es La Florida. Incluye una finca con usos y manejo diversificado (producción agroecológica).

3.1.3 Unidad de suelo C. Laderas de coluviación fuertemente onduladas

La unidad de suelo C cubre una superficie aproximada de 191,43 ha; ubicada entre 2.613 y 2.727 msnm; con pendientes que fluctúan entre 8 y 20 %. La zona de vida que caracteriza este paisaje es transicional entre el Bosque Húmedo Montano Bajo y el Húmedo Montano, con una pluviosidad entre 1.000 y 2.000 mm y temperatura ambiental entre 12 y 18 °C; con regímenes de humedad y temperatura del suelo údico e isotérmico, respectivamente.

Esta unidad de suelo está muy relacionada con la unidad B, ya que su morfografía (plano convexo) y los procesos sedimentarios (coluviación) que las originó son similares.

Las unidades taxonómicas identificadas aquí fueron: Typic Udorthents (57 %); Typic Humudepts (35 %); Cumulic Humudepts (4 %) y Fluventic Humudepts (4 %). La unidad de mapeo es una Consociación. Las comunidades referentes a esta unidad son Rumipamba Grande, Rumipamba Chica y San José del Cacho.

3.1.4 Unidad de suelo D. Laderas de coluviación plano-convexas

La unidad de suelo D cubre un área aproximada de 106,19 ha; con pendientes que fluctúan entre 8 y 20 %, al igual que las unidades B y C, está conformada por vertientes con laderas sedimentarias de tipo coluvial, cuyos materiales fueron depositados por la quebrada Cashahuayco, afluente de la quebrada Rumipamba. La zona de vida que caracteriza este paisaje está localizada en el rango altitudinal 2.679 - 2.917 y es similar al de la unidad C, es decir, transicional entre el Bosque Húmedo Montano Bajo y el Húmedo Montano, con una pluviosidad entre 1.000 y 2.000 mm y temperatura ambiental entre 12 y 18 °C; con regímenes de humedad y temperatura del suelo údico e isotérmico, respectivamente.

Los taxones descritos en esta unidad son: Fluventic Humudepts (64 %); Typic Humudepts (18 %); Cumulic Humudepts (12 %) y Typic Udorthents (6 %). La unidad cartográfica que los agrupa es una Consociación. Las comunidades referentes a esta unidad son Rumipamba Grande y Chirihuasi.

3.1.5 Unidad de suelo E. Laderas de explayamiento aproximadamente planas

La unidad de suelo E tiene una superficie aproximada de 223,68 ha. Está localizada en la parte

baja de la microcuenca, entre 2.500 y 2.724 msnm, dominada por las unidades B, C y D (FIGURA 2) y dominando a la vega y curso actual del río Tahuando por un borde de terraza de 15 a 20 m de desnivel. La morfografía tiene un perfil longitudinal rectilíneo y uno transversal ligeramente convexo, en la zona de transición con las unidades B, C y D (2.724-2.650 msnm); plano-convexo, en la zona intermedia de la unidad (2.650-2.600 msnm) y plano en la parte baja de la misma y hasta el borde final de la terraza en la cota 2.500). La pendiente general del terreno varía de 3 % a 8 %.

La zona de vida corresponde a Bosque Húmedo Montano Bajo, con una pluviosidad entre 1.000 y 2.000 mm y temperatura ambiental entre 12 y 18 °C; con regímenes de humedad y temperatura del suelo údico e isomésico, respectivamente. La morfodinámica que dio origen a esta unidad, está asociada a los procesos de coluviación por efectos de la gravedad y el arrastre de sedimentos ocasionado por los cursos actuales de las quebradas Rumipamba y Oscura, que tuvo lugar en el cuaternario subreciente (Q_1) y reciente (Q_0), contribuyendo con el modelado de esta unidad. La unidad cartográfica es una Asociación y reúne los siguientes subgrupos taxonómicos: Fluvéntic Humudepts (46 %); Typic Humudepts (4 %); Cumulic Humudepts (25 %) y Mollic Udifluvents (25 %). Las comunidades referentes a esta unidad son: Rumipamba Chico, Pukunhuaicu, San José del Cacho y La Florida.

3.1.6 Unidad de suelo F. Cima y flancos superiores fuertemente escarpados, del volcán Imbabura

La unidad de suelo F ocupa una superficie de 332,07 ha, localizada entre los 2.854 y 4.540 msnm. Posee formas de terreno con perfiles longitudinales y transversales rectilíneos, con superficies fuertemente escarpadas o quebradas y laderas cuya pendiente general es mayor a 60 %. La mor-

fogénesis está asociada a erupciones volcánicas, las cuales se dinamizaron a través de flujos de lava y de piroclastos, además de procesos erosivos del sustrato volcánico reciente, provocando la formación de relieves volcánicos colinados alargados, con perfiles transversales convexos y plano-convexos. La zona de vida es de Bosque Húmedo Montano, con una pluviosidad entre 500 y 1.000 mm y temperatura ambiental entre 5 y 12 °C; con regímenes de humedad y temperatura del suelo údico e isofrígido o isocríico, respectivamente. En esta unidad se clasificaron suelos cuyos subgrupos son: Vitric Melanudants (20 %); Typic Hapludants (20 %); Typic Melanocryands (20 %); Vitric Haplocryands (20 %) y Pachic Melanudants (20 %). La unidad de mapeo que agrupa estos taxones es una Asociación.

En el CUADRO 4 se presenta un resumen de las características pedogeomorfológicas generales de las unidades de suelo antes descritas y en el CUADRO 5 una síntesis de los atributos físico-químicos de los suelos que, junto a las pedogeomorfológicas, son relevantes para la determinación de la capacidad de uso de las tierras en dichas unidades de suelo.

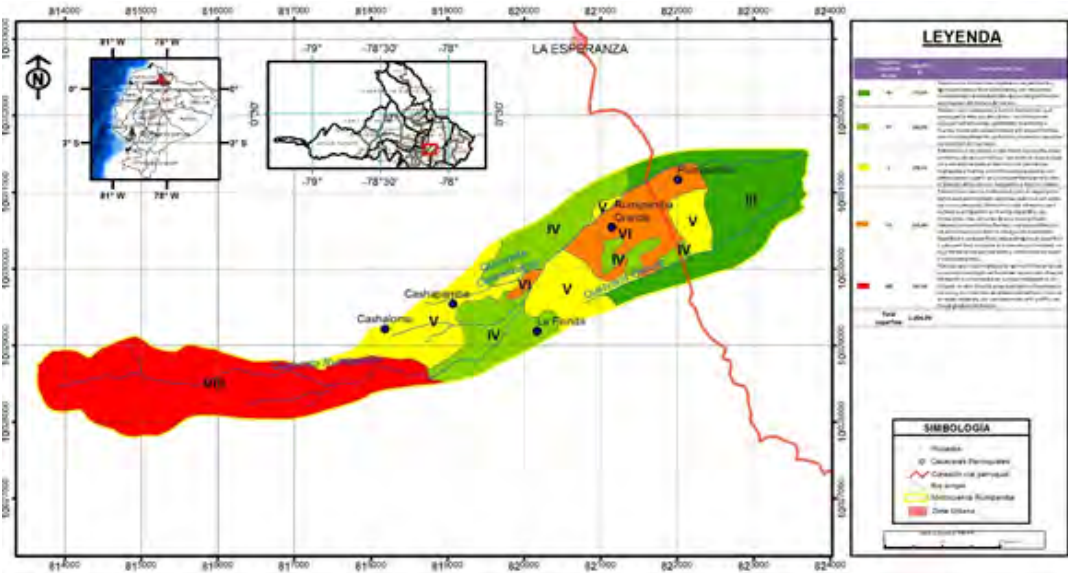
4. Capacidad de uso de las tierras

A partir de los factores y subfactores determinantes de las clases, subclases generales y específicas del sistema de clasificación por capacidad de uso de las tierras para fines agropecuarios y forestales, se procedió a la delineación de éstas (FIGURA 3). En el CUADRO 6 se presentan las subclases identificadas en las unidades de suelos que fueron delineadas en la microcuenca Rumipamba; del análisis de dicho cuadro se derivan los aspectos siguientes:

4.1 La unidad de suelo E

Es la más homogénea en cuanto a capacidad de uso de la tierras, y es el área con mayor potencialidad

FIGURA 3 Clases de capacidad de uso de las tierras delimitadas en la microcuenca Rumipamba



CUADRO 4 Características pedogeomorfológicas de la microcuenca Rumipamba

Unidad	Área (ha)	Altitud (msnm)	Pendiente (%)	Clase de Drainaje	Órdenes de suelos dominantes
A	252,30	2.854 – 3.366	20 – 45	Excesivo	Andisoles
B	99,22	2.718 – 2.869	8 – 20	Algo excesivo	Inceptisoles-Entisoles
C	191,43	2.613 – 2.727	8 - 20	Bien drenado	Entisoles-Inceptisoles
D	106,19	2.679 – 2.917	8 – 20	Algo excesivo	Inceptisoles
E	223,68	2.544 – 2.724	3 – 8	Bien drenado	Inceptisoles-Entisoles
F	332,07	3.366 – 4.500	45 – 60	Muy excesivo	Andisoles

CUADRO 5 Características físico-químicas de los suelos de la microcuenca Rumipamba

Unidad	Prof. (cm)	Tex	Pedreg. (%)	pH	C.O. (%)	N (%)	C: N	P (ppm)	K (ppm)
A	100	F	0,1-15	4,4	2,4	0,235	1 : 10	16,5	234,6
B	55	F	0,1-15	5,9	1,6	0,158	1 : 10	35,4	156,4
C	55	F	0,1-15	6,0	1,0	0,100	1 : 10	31,9	273,7
D	70	F	0,01-0,1	5,5	1,9	0,179	1 : 11	12,3	234,6
E	70	F	0,01-0,1	5,5	2,1	0,205	1 : 10	14,0	273,7
F	100	Fa	0,1-15	4,8	5,7	0,555	1 : 10	13,5	195,5

CUADRO 6 Unidades de suelo, clases y subclases de capacidad de uso de las tierras, de acuerdo con los factores y subfactores que limitan su uso en la microcuenca Rumipamba

Unidad de suelo (Área)	Clases de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso		Significado de los factores y subfactores que limitan la capacidad de uso de la tierra
		General	Específica	
A (252,30 ha)	V	VTS	VTpSr	Pendiente severa (45-60%), con pedregosidad superficial moderada
			VTp	Pendiente severa
	IV	IVT	IVTpSf	Pendiente fuerte (20-45%) y problemas fuertes de fertilidad del suelo
B (99,22 ha)	IV	IVTS	IVTpShf	Pendiente moderada (8-20%), con problemas de profundidad y fertilidad del suelo
	V	VS	VSr	Pedregosidad superficial moderada
	IV	IVT	IVTp	Pendiente moderada (8-20%)
C (191,43 ha)	VI	VIS	VISrh	Fuertes problemas de profundidad y pedregosidad superficial fuerte
			VSr	Suelos pedregosos
			VISh	Suelos muy superficiales por problemas de pedregosidad interna
	V	VS	VSr	Pedregosidad superficial moderada
			VSrh	Fuertes problemas de profundidad y pedregosidad superficial moderada
	IV	IVST	IVSh	Suelos con moderada profundidad (25-50 cm)
			IVTp	Pendiente moderada (8-20%)
D (106,19 ha)	IV	IVTS	IVTp	Pendiente moderada (8-20%)
			IVTpSh	Pendiente moderada con suelos de espesor moderado
	V	VS	VSr	Pedregosidad superficial moderada
E (223,68 ha)	VI	VIS	VISh	Suelos muy superficiales por problemas de pedregosidad interna
			VISh	Suelos muy superficiales por problemas de pedregosidad interna
E (223,68 ha)	III	IIIT	IIITp	Pendiente ligera (3-8%)
F (332,07 ha)	VIII	VIIIT	VIIITp	Pendiente muy severa (≥ 60 %)

para una agricultura con moderada intensidad en prácticas de manejo del suelo (IIITp). Es en esta unidad donde se lleva a cabo una agricultura comercial de importancia agroeconómica, ya que es el asiento de una unidad agroproductiva bajo la modalidad de invernadero (floricultura), localizándose allí también una finca con usos agrícolas intensivos y de ganadería con pastoreo intensivo y moderado.

4.2 La unidad de suelos F

Es la que exhibe la mayor limitación de las tierras para usos agrícolas, pecuarios y forestales (VIII-Tp), toda vez que posee pendientes fuertemente escarpadas o quebradas que impiden cualquier tipo de uso, motivo por el cual deben ser destinadas para usos conservacionistas dirigidas a proteger las nacientes de la quebrada Rumipamba y sus afluentes.

4.3 Las unidades A, B, C y D

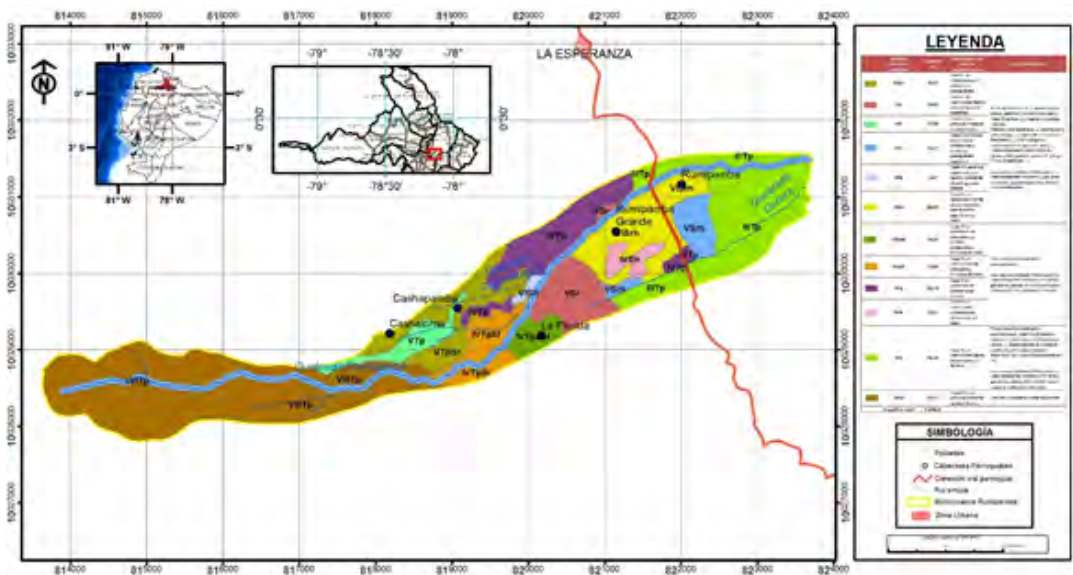
Conforman unidades de suelos en tierras que presentan un patrón de distribución de subclases específicas, cuyas principales limitaciones son la topografía (IVTp) con pendientes que varían de moderadas (8-20 %), en las unidades B, C y D, y fuertes (20-45 %), en la unidad A (VTp); así como las limitaciones de suelo, entre las que se incluyen la pedregosidad superficial (VSr), la profundidad (VISH) o ambas (VSrh y VISrh), principalmente en la Unidad C. De acuerdo con estas limitaciones, en estas unidades de suelo, en tierras con clases de capacidad de uso IV, V y VI, la agricultura mecanizada está un poco restringida, en particular en las unidades A, B y C. Sin embargo, los usos pecuarios basados en pastoreo moderado y limitado están permitidos; además de los usos forestales, principalmente, en las vegas y terrazas aledañas al curso actual de la quebrada Rumipamba y sus afluentes.

5. Usos recomendados

A partir de los resultados antes discutidos, se realizó un análisis correlativo entre la capacidad de uso de la tierra, los atributos edafoclimáticos (precipitación, temperatura, altitud, profundidad del suelo, textura, drenaje y pH), los requerimientos agroecológicos de algunas especies andinas (CUADRO 7), sintetizados a partir de Tapia y Fries (2007), SEGARPA-INIFAP-CIRPC (2013), Suquilanda (2012) y Marcos y Betancourt (2001) y considerando la tradición agrícola de la zona en estudio, se logró determinar los usos de la tierra más adecuados para mejorar la diversidad agroproductiva en el área de estudio.

En la FIGURA 4 se presenta el mapa de las doce subclases, generales y específicas, definidas a partir del análisis integrado de los factores y subfactores que limitan la capacidad de uso de las tierras que fueron señalados en el CUADRO 6; por su parte, en el CUADRO 8 se indican los usos recomendados para las doce unidades mostradas en la FIGURA 4.

FIGURA 4 Subclases generales y específicas de capacidad de uso de las tierras en la microcuenca Rumipamba



CUADRO 7 Demandas climáticas y edáficas de los cultivos con alto nivel de adaptación en la Microcuenca Rumipamba

Nombre común / Tipo de cultivo		Nombre científico	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS				REQUERIMIENTOS EDÁFICOS		
			Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Precipitación anual (mm)	Profundidad (cm)	Textura	Drenaje	pH
Achira / Raíz		<i>Canna indica</i> L.	0 a 3.000	9 a 30	800 a 1.120	15 a 20	F/Fa/FL	Bien drenado	5,0 a 6,5
Avena / Cereal		<i>Avena sativa</i>	500 a 4.000	5 a 30	400 a 1.300	40 a 60	AL/FA	Bien drenado	4,5 a 7,5
Camote / Raíz		<i>Ipomoea batatas</i> L.	0 a 2.750	10 a 35	700 a 1.250	35 a 50	Fa/FL/FA	Bien drenado	4,2 a 7,7
Cebolla perla / Hortaliza		<i>Allium cepa</i> L.	0 a 2800	10 a 35	450 a 800	40 a 60	F/Fa/FAL	Bien drenado	4,3 a 8,3
Cebolla de rama / Hortaliza		<i>Allium fistulosum</i> L.	2.500 a 3.400	8 a 15	450 a 800	40 a 60	F/Fa/FA	Bien drenado	6,0 a 7,0
Chocho / Leguminosa		<i>Lupinus mutabilis</i>	2.200 y 3.600	7 a 14	300 a 600	- de 50	F/Fa	Bien drenado	5,5 a 7,0
Col / Hortaliza		<i>Brassica oleracea</i> L. / <i>V. capitata</i>	800 a 2.800	10 a 35	900 a 1.200	- de 50	F/FL	Bien drenado	5,5 a 7,6
Espinaca / Hoja		<i>Spinacia oleracea</i> L.	0 a 3.600	5 a 30	800 a 1.200	20 a 50	F/Fa/FAL	Bien drenado	5,3 a 8,3
Frijol / Leguminosa		<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	500 a 2.800	10 a 30	1000 a 1500	+ de 60	F/Fa/FL/FA	Bien drenado	5,3 a 7,5
Haba / Legumbre		<i>Vicia faba</i> L.	2.000 y 3.600	5 a 16	530 y 1600	25 a 35	F/Fa/FL/FA	Bien drenado	5,0 a 7,5
Jícama o yacón / Raíz		<i>Smallanthus sonchifolius</i>	500 a 3.200	10 a 20	550 a 1.000	35 a 50	F/Fa	Bien drenado	6,0 a 7,5
Mashwa / Tubérculo		<i>Tropeaelum tuberosum</i>	2.400 a 3.700	6 a 14	700 a 1.200	Profundo	F	Bien drenado	5,5 a 7,0
Meloco / Tubérculo		<i>Ullucus tuberosus</i>	2.600 a 3.800	8 a 14	600 a 1.000	35 a 50	F	Bien drenado	5,5 a 6,5
Oca / Tubérculo		<i>Oxalis tuberosum</i> M.	2.300 a 4.100	5 a 14	600 a 2.150	Profundo	F	Bien drenado	5,3 a 7,8
Papa / Tubérculo		<i>Solanum tuberosum</i> spp.	400 a 3.700	6 a 14	700 a 1.200	+ de 50	F/Fa/FAL	Bien drenado	4,5 a 7,0
Quinua / Grano		<i>Chenopodium quinoa</i> W.	2.200 a 3.000	9 a 16	600 a 2.600	- de 25	F/FL/FA	Bien drenado	6,3 a 7,3
Trigo / Cereal		<i>Triticum aestivum</i> L.	- de 3.800	3 a 25	25 a 2.800	Profundo	F	Bien drenado	6,0 a 7,5
Zanahoria amarilla / Raíz		<i>Daucus carota</i> L.	1.500 a 3.200	14 a 21	800 a 1.200	- de 50	F/Fa/FA	Bien drenado	5,8 a 6,8
Zanahoria blanca / Raíz		<i>Arracacia xanthorrhiza</i> B.	1.500 a 3.200	14 a 21	800 a 1.200	- de 50	F/Fa/FA	Bien drenado	5,0 y 6,0
Zapallo / Cucurbitácea		<i>Cucurbita máxima</i>	- de 3.300	20 a 30	2.000 a 2.500	Profundo	F	Bien drenado	5,0 a 7,0

CUADRO 8 Usos agrícolas, pecuarios y conservacionistas de acuerdo con los factores y subfactores limitantes determinantes de los usos recomendados en las subclases, generales y específicas, de capacidad de uso de las tierras delimitadas en la microcuenca Quebrada Rumipamba

Sub-clases generales y específicas de capacidad de uso de las tierras	Usos recomendados
VTpSr	Achira (<i>Canna indica</i> L.), avena (<i>Avena sativa</i>), espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.), haba (<i>Vicia faba</i> L.) y zapallo (<i>Cucurbita maxima</i>) Camote (<i>Ipomea batatas</i> L.), cebolla perla (<i>Allium cepa</i> L.), cebolla de rama (<i>Allium fistulosum</i> L.), chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>), col (<i>Brassica oleracea</i> L.), jícama (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) y Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> W.); trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)
VSr	
VISrh	
VTp	
VSrh	
VISh	
IVTpShf	Todos los cultivos indicados anteriormente
IVTpSf	
IVTp	
IVSh	
IIITp	Todos los cultivos indicados anteriormente., más frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.); zanahoria amarilla (<i>Daucus carota</i> L.), zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> B.); papa (<i>Solanum tuberosum</i> , M) y oca (<i>Oxalis tuberosum</i> M.)
VIIITp	Usos exclusivamente conservacionistas

6. Conclusiones y recomendaciones

Los usos predominantes en las unidades de suelo A y F son los conservacionistas, en virtud de las pendientes severas que tienen; sin embargo, entre un 25 y 50 % de la unidad A exhibe usos agrícolas y pecuarios restringidos por problemas de pedregosidad superficial e interna. En las unidades de suelo B y C, por ser áreas donde hay fuertes problemas de pedregosidad superficial e interna, los usos agrícolas de las tierras están restringidos, particularmente las raíces y tubérculos. Aproximadamente el 30 % de estas unidades tiene usos con ganadería de altura, pero con pastoreo muy restringido con 1 bovino por parcelas de 1 a 2 ha.

La agricultura de tipo comercial está concentrada en las unidades de suelo D y E, principalmente en

la E en la cual se cultivan cereales como la quinua, cebada, avena, trigo y en menor escala el maíz; sin embargo, se pudo observar cultivos como el tomate de árbol y una amplia gama de hortalizas de hoja (lechuga, acelga y repollo), de inflorescencia (coliflor y brócoli). Los suelos de esta unidad son aptos para la producción de raíces y tubérculos como la papa, zanahoria (amarilla y blanca), el camote, la oca y el melloco, que tienen una alta demanda para su consumo a nivel local y cantonal.

De acuerdo a las características edafoclimáticas de la zona, de los cultivos actualmente establecidos y de la capacidad de uso de las tierras determinadas en este estudio, se hace necesario acudir nuevamente a los usos agrícolas que en décadas anteriores giraron en torno a cultivos como la achira, espinaca, jícama y mashwa; en

un todo de acuerdo al principio agroecológico de diversificar las especies y los recursos genéticos en el agroecosistema en tiempo y espacio. Es pertinente indicar que la oca, el melloco, la achira y la mashwa son tubérculos andinos originarios de Chile, Perú y Bolivia que formaron parte de la dieta alimentaria de las comunidades indígenas suramericana antes de la colonización española.

En síntesis, los resultados obtenidos en este trabajo contribuirán en el mejor uso y regulación del suelo rural para fines del desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas y conservacionistas, en la microcuenca quebrada Rumipamba.

7. Agradecimientos

Los autores de este trabajo expresan su agradecimiento a los agricultores miembros de las comunidades indígenas y los habitantes de la microcuenca quebrada Rumipamba, por la información y el apoyo brindado al equipo técnico y de investigación.

Al Sr. Galo Pupiales, Presidente de la Junta Parroquial de 'La Esperanza', por la coordinación con los dirigentes de las comunidades y asociaciones de productores durante las giras de campo rea-

lizadas para la descripción, muestreo de perfiles de suelo y entrevistas personales.

Al Abg. Pablo Jurado, Prefecto del Gobierno Provincial de Imbabura, por el apoyo financiero otorgado para la realización de este estudio.

Al Sr. Galo Fernando Machangara, por su apoyo logístico brindado como promotor-guía durante las giras de campo.

A la Tecnóloga Diana Cuasapaz por la traducción al inglés del resumen de este trabajo.

8. In Memoriam

Los autores de este artículo expresan su profundo pesar por el fallecimiento del Geógrafo y MSc. Gabriel E. Casanova (QEPD), ocurrido en un lamentable accidente de tránsito, en la ciudad de Ibarra, en octubre de 2018. Queremos dedicar a su memoria el esfuerzo y dedicación que magistralmente supo demostrar y disponer durante las actividades de campo y gabinete en las que participó, las cuales hicieron posible alcanzar este importante logro científico. Hasta luego, querido y apreciado amigo, Tu recuerdo lo llevaremos por siempre en el andar de nuestras vidas.

9. Referencias citadas

- ASAMBLEA NACIONAL. 2008. *Constitución de la República del Ecuador*. Decreto Legislativo con Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Disponible en: <https://www.cec-epn.edu.ec/>. [Consulta: febrero, 2018].
- ASAMBLEA NACIONAL. 2010. *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*. Gobierno Nacional de la República del Ecuador. Ministerio de Finanzas del Ecuador. Certificado el 20 de Octubre de 2010. Disponible en: <http://www.oas.org/juridico/pdfs/>. [Consulta: febrero, 2018].
- ASAMBLEA NACIONAL. 2016. *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo*. Gobierno Nacional de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 790 del 5 de julio de 2016. Disponible en: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Uso-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>. [Consulta: febrero, 2018].
- CEVALLOS, M.; MAFLA, T.; AYALA, J. y S. VALLEJOS. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), de la Parroquia 'La Esperanza' 2015-2019*. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural 'La Esperanza'. Informe Técnico. (Inédito). Ibarra, Ecuador.

- COMERMA, J. 2002. *Capacidad de uso agrícola de las tierras en Venezuela*. Maracay, Venezuela. (Inédito).
- COMERMA, J. y L. ARIAS. 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. CIDIAT y COPLANARH. *Memorias del Seminario de Clasificación Interpretativa con fines Agropecuarios*. SVCS, septiembre de 1971. Maracay, Venezuela. Disponible en: library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i27203_001.pdf
- GAD PROVINCIAL DE IMBABURA. 2015. *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura 2015-2035*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Imbabura. Dirección de Planificación del GPI. Informe Técnico. (Inédito). Ecuador.
- KLINGEBIEL, A. & P. H. MONTGOMERY. 1961. "Land capability classification". En: *USDA Agricultural Handbook 210*. US Government Printing Office, Washington, D. C. USA. Disponible en: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/>. [Consulta: marzo, 2018].
- MARCOS, J. y N. M. BETANCOURT. 2001. *Cultivos para el mejoramiento y diversificación de los sistemas de producción, requerimientos agroecológicos y aspectos productivos*. MAG-CENTA, FAO. Proyecto CENTA - FAO. Holanda. Informe Técnico. (Inédito). San Salvador, El Salvador.
- ROSSITER, D. y R. VARGAS. 2004. *Metodologías para el levantamiento del recurso suelo*. International Institute for Geo-information Science & Earth Observation (ITC). Holanda. Disponible en: <http://www.css.cornell.edu/faculty/>. [Consulta: enero, 2018].
- SEGARPA-INIFAP-CIRPC. 2013. *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. (2da Edición). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. (Inédito). Jalisco, México.
- SIL GEOIMBABURA. 2014. *Sistema de Información Local*. Prefectura de Imbabura. Disponible en: <http://www.gisimbabura.gob.ec>. [Consulta: abril, 2018].
- SOIL SURVEY STAFF. 2014. *Claves para la Taxonomía de Suelos* (2da. Edición). USDA-NCRS. Traducción de Carlos Alberto Ortiz-Solorio, María del Carmen Gutiérrez-Castorena y Edgar V. Gutiérrez-Castorena. Programa de Edafología, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, estado de México. México.
- SUQUILANDA, V. 2012. *Producción orgánica de cultivos andinos*. Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi (UNOCANC) / FAO - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. Manual Técnico. Latacunga, Ecuador. Disponible en: <http://www.fao.org/fileadmin/>. [Consulta: marzo. 2018].
- TAPIA, M. E. y A. M. FRIES. 2007. *Guía del campo de cultivos andinos*. FAO-ANPE. Lima, Perú. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/24933043/>. [Consulta: febrero, 2018].

Sustentabilidade da produção

hortícola familiar do município de Carlinda, Mato Grosso, Brasil

Sustainability of the family vegetable production
in the municipality of Carlinda, Mato Grosso, Brazil

Charles Caioni¹

Sandra Mara Alves da Silva Neves²

Santino Seabra Junior³

Junior Miranda Scheuer⁴

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Campus de Nova Xavantina. Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Geografia, Campus de Cáceres. Mato Grosso, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Campus de Nova Mutum. Mato Grosso, Brasil.

⁴ Universidad de la República, Facultad de Agronomía,

Programa de Postgrado en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay

charlescaioni1@gmail.com; ssneves@unemat.br; santinoseabra@hotmail.com; juniorscheuer@yahoo.com.br

Resumo

Uma alternativa para a redução do desmatamento na Amazônia consiste em aumentar a produtividade das áreas já abertas. Nesta conjectura, objetivou-se analisar a sustentabilidade da produção hortícola comercial gerada no município de Carlinda, Mato Grosso, na perspectiva de contribuir com o fortalecimento da agricultura familiar regional. Inicialmente identificou-se 43 horticultores. Eles foram entrevistados com o auxílio de formulário que permitiram a obtenção dos índices de desenvolvimento econômico e social, capital social, agroecológico, político-institucional e organização familiar, que compuseram o Índice de Sustentabilidade Agrícola Familiar. A produção hortícola em Carlinda exibiu uma sustentabilidade agrícola familiar comprometida (0,54), necessitando de políticas públicas que sanem carências sociais, econômica e de manejo. Contudo, ao mesmo tempo, também demonstrou elevado potencial de expansão, constituindo uma alternativa às grandes monoculturas presentes na Amazônia Meridional.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia; desflorestamento; horticultura tropical; sustentabilidade.

Abstract

An alternative to reduce deforestation in the Amazon is to increase the productivity of the already opened areas. In this conjecture, the objective was to analyze the sustainability of the commercial horticultural production generated in the town of Carlinda, Mato Grosso, in order to contribute to the strengthening of regional family agriculture. Initially, we identified 43 horticulturists. They were interviewed with the help of questionnaires that allowed the achievement of the Index of Economic and Social Development, Social Capital, Agroecological, Political-Institutional and Family Organization, which made up the Family Agricultural Sustainability Index. Horticultural production in Carlinda exhibited a compromised Family Agricultural Sustainability (0.54), requiring public policies that address social, economic and management needs. However, at the same time, it also showed a high potential for expansion, constituting an alternative to the large monocultures present in the Southern Amazon.

KEY WORDS: Amazon; deforestation; tropical horticulture; sustainability.

1. Introdução

O aumento das atividades antropogênicas tem ocasionado significativos impactos ao meio ambiente. Em regiões de alta produção agrícola o uso indiscriminado da água tem implicado em fortes reduções de sua disponibilidade. No norte de Mato Grosso, a inserção e o desenvolvimento da atividade agropecuária contribuíram diretamente para a supressão da vegetação nativa. Domingues e Bermann (2012) atribuíram o atual cenário ao modelo de colonização da Amazônia, que se baseou na constante abertura de novas áreas para inserção, principalmente, de pastagens e/ou cultivo de soja. Diante desse cenário torna-se evidente a necessidade de imediata tomada de medidas de mitigação.

Uma das eficientes formas de redução do desmatamento é a otimização das áreas agrícolas produtivas (Homma, 2012). Para tanto, a agricultura familiar apresenta-se com um sistema de alta potencialidade redutiva, uma vez que proporciona altas taxas de produção agrícola em pequenas áreas. No Brasil, a lei nº 11.326/2006 da agricultura familiar, classifica como agricultores familiares os indivíduos que possuam estabelecimentos rurais (terras) com tamanho de 01 a 04 módulos fiscais e que desenvolvam atividades agrícolas utilizando a força de trabalho dos membros da família e com baixo desenvolvimento tecnológico (Brasil, 2006). No caso de Carlinda, o tamanho do módulo é de 100 ha, ou seja, os agricultores com propriedade até 400 ha podem ser beneficiados pelas políticas públicas relativa à agricultura familiar.

Dentre os diversos modelos de produção agrícola familiar, a horticultura se destaca devido ao intensivo emprego de mão de obra; este sistema vem desempenhando papéis não só econômicos, mas também sociais. Conforme Faulin e Azevedo (2003), esta atividade contribui para o fortalecimento e garantia da sustentabilidade dos pequenos produtores rurais, pois proporciona renda econômica

constante e o aumento da necessidade de mão de obra no campo. Face ao exposto, este artigo objetivou analisar a sustentabilidade da produção hortícola comercial gerada no município de Carlinda, Mato Grosso, na perspectiva de contribuir com o fortalecimento da agricultura familiar regional.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

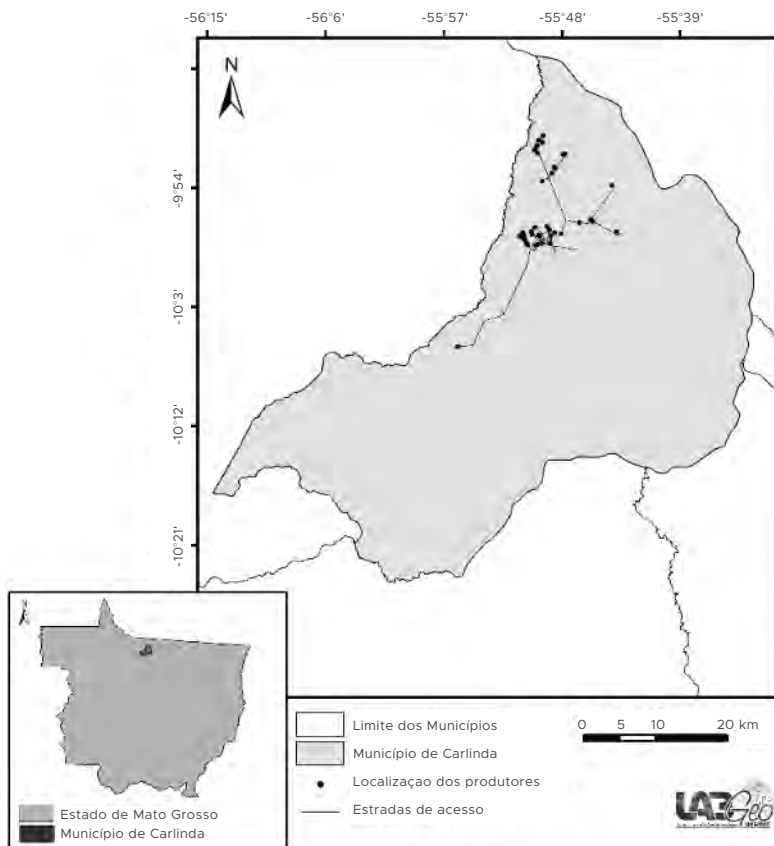
O estudo foi realizado com os agricultores familiares comerciantes, cujas propriedades estão localizadas no município de Carlinda (MT), situado entre as coordenadas geográficas de 55°30'01" a 57°00'12" longitude W e 9°00'03" a 11°00'02" latitude S (Figura 1). A extensão territorial municipal totaliza 2.393,024 km² (IBGE, 2013), contendo uma população de 10.626, sendo que 6.415 habitantes são residentes da zona rural e 4.575 na urbana (IBGE, 2013). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Carlinda é de 0.665, abaixo dos índices do estado e do país que são de 0.725 e 0.730, respectivamente (PNUD, 2014).

2.2 Procedimentos metodológicos

Os dados primários foram coletados por meio da aplicação de 43 questionários semiestruturados aos horticultores no período de outubro a novembro de 2014 (a pesquisa obteve aprovação no comitê de Ética da Universidade do Estado de Mato Grosso (Parecer CEP UNEMAT n°. 801.537).

A identificação dos informantes foi por meio da técnica Bola de Neve (*Snowball Sampling*), proposta por World Health Association (1994), junto aos funcionários de órgãos públicos, membros de cooperativas e feiras livres. Nos trabalhos de campo nas propriedades foram explanados aos agricultores familiares o objetivo da pesquisa e sua finalidade. Após apresentado o termo de livre esclarecimento foi solicitada a sua assinatura para formalização de sua participação no estudo.

FIGURA 1 Município de Carlinda situado na porção norte do estado de Mato Grosso.
A imagem foi obtida por meio do programa ArcGIS, versão 10.6.1 (ESRI, 2019)



Utilizou-se, também, a observação não participante com o propósito de registrar situações recorrentes nas propriedades que pudessem contribuir no entendimento dos resultados obtidos, bem como para sua análise. Para avaliação da sustentabilidade agrícola familiar (ISAF) tomou-se como base os trabalhos de Barreto *et al.* (2005), Khan e Silva (2005), Sousa *et al.* (2005), Damasceno *et al.* (2011) e Santos e Cândido (2013). Sendo essas metodologias adaptadas de acordo com a realidade da área estudada.

O ISAF é composto por outros cinco índices, quais sejam: Índice de Desenvolvimento Econômico

e Social (IDES), Índice Ambiental (IA), Índice de Capital Social (ICS), Índice Político-Institucional (IPI) e Índice de Organização Familiar (IOF), que são constituídos por indicadores e/ou variáveis, com os respectivos escores.

2.2.1 Índice de Desenvolvimento Econômico e Social (IDES)

O Índice de Desenvolvimento Econômico e Social referiu-se as condições de saúde, educação, habitação, condições sanitárias e de higiene, lazer e econômico presentes no cotidiano dos agricultores e, consequentemente, de suas famílias. O IDES foi

obtido a partir dos seguintes indicadores: saúde, educação, condições sanitárias e de higiene, lazer e econômico (maior detalhamento em anexo 1).

2.2.2 Índice Ambiental (IA)

OIA foi obtido a partir dos seguintes aspectos: tipo do sistema de produção, áreas destinadas a preservação, manejo e conservação do solo e técnicas de manejo adotadas (detalhamento em anexo 1).

2.2.3 Índice de Capital Social (ICS)

Para a mensuração dos dados considerou-se as interações interpessoais dos entrevistados em associações, cooperativas, sindicatos, entre outras formas de organizações, com o intuito de verificar a participação dos agricultores no contexto social.

O indicador de escolaridade foi incluído no ICS, pois é um aspecto de formação cultural e de conhecimento do agricultor e, também, o indicador de permanência dos jovens no campo no sentido de perpetuação no negócio rural (detalhamento em anexo 1).

2.2.4 Índice Político-Institucional (IPI)

Este índice foi formado por ações de caráter público/privado, voltado a assistência técnica, disseminação de tecnologias, acesso a crédito etc. Visando, desta forma, a percepção da efetividade das políticas públicas voltadas a atender os agricultores familiares. O IPI foi obtido levando em consideração a existência de assistência técnicas e financeira por parte de agências privadas e dos governos federal, estadual e municipal (maior detalhamento em anexo 1).

2.2.5 Índice Organização Familiar (IOF)

O modelo conceitual do Índice Organização Familiar foi desenvolvido com o intuito de reunir informações acerca da forma organizativa das propriedades rurais, a estrutura que os agricultores dispõem para o uso e ocupação da terra e

as benfeitorias presentes (apesar que em outras obras científicas não é apresentado ou está inserido em outros indicadores), objetivando não ser reducionista e contemplar esse fator essencial no cálculo da sustentabilidade (maiores informações em anexo 1).

2.2.6 Índice de Sustentabilidade Agrícola Familiar (ISAF)

Para a construção matemática do ISAF foi utilizado o seguinte cálculo:

$$ISAF = \frac{1}{K} \sum_{h=1}^k I_h \quad (1)$$

Onde: ISAF = Índice de Sustentabilidade Agrícola Familiar; I_h = valor do h-ésimo índice; $h = 1, \dots, k$ (índice); K = número total de indicadores.

O valor do h-ésimo índice foi calculado pela seguinte expressão:

$$I_h = \frac{1}{S} \sum_{l=1}^s C_l \quad (2)$$

A contribuição de cada indicador no I_h foi obtida da seguinte forma:

$$C_l = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_{ij}}{E_{\max i}} \right) \right] \quad (3)$$

Onde: C_l = contribuição do indicador l no I_h dos agricultores familiares; E_{ij} = escore da i-ésima variável do indicador l obtida pelo j-ésimo agricultor familiar; $E_{\max i}$ = escore máximo da i-ésima variável do indicador l ; M = total de agricultores familiares; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador "I"); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares); $l = 1, \dots, s$ (indicadores que compõem o I_h).

O Índice de Sustentabilidade Agrícola Familiar (ISAF) consistiu-se na média aritmética dos cinco outros índices (IA, ICS, IDES, IOF e IPI). A avaliação do nível de sustentabilidade (ISAF) foi baseada nas pesquisas de Vasconcelos e Torres Filho (1994), Carneiro Neto *et al.* (2008) e Lopes *et al.* (2009). Assim, os níveis foram classificados entre o intervalo de 0 a 1, no qual os valores mais próximos de 1 correspondem aos maiores níveis

de sustentabilidade. As classes de sustentabilidade e seus respectivos intervalos de valores adotadas, formaram: **a)** Sustentável: $0.80 < ISAF \leq 1.00$; **b)** Sustentabilidade Ameaçada: $0.60 < ISAF \leq 0.80$; **c)** Sustentabilidade Comprometida: $0.40 < ISAF \leq 0.60$; **d)** Insustentável: $0.20 < ISAF \leq 0.40$ e, **e)** Seriadamente Insustentável: $ISAF \leq 0.20$.

3. Resultados e discussão

Constatou-se através do ISAF que os agricultores familiares que comercializam espécies hortícolas no município de Carlinda apresentam uma sustentabilidade comprometida (0.54). Resultado próximo (0.46) foi encontrado por Damasceno *et al.* (2011) na pesquisa realizada no estado do Ceará com os agricultores familiares beneficiados do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Ao analisar os índices que compõem o ISAF separadamente pode-se identificar expressivas diferenças (TABELA 1), com valor compreendido no intervalo de 0.40 a 0.60 o Índice Ambiental (IA) situou-se na classe de sustentabilidade comprometida, em razão da variável ‘acesso hídrico’, pois 78.43 % dos entrevistados relataram ter dificuldades na obtenção de água em determinado período do ano, seja por questões de dimensão da propriedade ou por característica climática do município, que apresenta duas estações bem

definidas, uma seca e outra chuvosa (Mancuzzo *et al.*, 2011). Outras variáveis que também vieram a contribuir foram a ‘destinação de área para preservação ambiental’, ‘prática de calagem’ e ‘análise do solo’ com, respectivamente, 21.95%, 7.31 %, e 19.51 %, de afirmação positiva. Observou-se ainda que mais de 75 % das famílias entrevistadas não realizam nenhum tipo de rotação de cultura.

A análise dos diferentes sistemas de produção evidenciou que 75.61 % dos informantes são convencionais, 19.51 % estão em processo de transição agroecológica e 4.88 % agroecológico.

Alusivo ao uso do fogo para manejo do sistema produtivo 95.12 % dos entrevistados afirmaram não utilizar essa prática. Resultado esse que é positivo do ponto de vista ambiental, pois esta prática é utilizada em sua maioria em regiões de baixo nível de tecnificação (Lara *et al.*, 2007), podendo ocasionar significativas alterações na estrutura e funcionalidade do solo (Neary *et al.*, 1999).

Com relação ao emprego de técnicas de manejo verificou-se que 80 % dos agricultores familiares fazem o uso de diferentes sistemas de irrigação. A elevada taxa de adoção desta prática pode ser atribuída possivelmente a necessidade constante de alta disponibilidade de água, tanto na olericultura quanto na fruticultura. Outro fator que também pode ter colaborado para o resultado foi á o cultivo de banana (*Musa paradisiaca*), que segundo Freitas *et al.* (2008) possui forte exigên-

TABELA 1 Componentes do ISAF do município de Carlinda/MT

Índices	Valores reais	Valores relativos
Ambiental	0.5791	21.37
Capital Social	0.5634	20.79
Desenvolvimento Econômico e Social	0.5410	19.97
Organização Familiar	0.6356	23.46
Político-Institucional	0.3906	14.41
Total	0.5419	100

cia hídrica. Apesar do incontestável aumento na produção que a irrigação proporciona, Paz *et al.* (2000) alertaram para o seu uso, visto que necessita da adoção de procedimentos tecnológicos que possibilitem a otimização da água para que não ocorra o comprometimento de sua futura disponibilidade.

Em relação à adubação, 78.05% dos entrevistados relataram o uso de esterco animal como uma prática comum. Contudo, cabe ressaltar que o uso é realizado de forma complementar a aplicação de fertilizantes químicos. Outro tipo de adubo orgânico encontrado nos sistemas estudados é proveniente do processo de decomposição da palhada, ou biomassa residual, tanto de espécies florestais quanto nas hortícolas. Resultados similares também foram encontrados por Santos e Candido (2013) ao estudar os produtores vinculados à Associação de Desenvolvimento Econômico, Social e Comunitário (ADESC) do município de Lagoa Seca (PB), no qual verificou a forte presença de adubos provenientes da decomposição de galhos, folhas e raízes de diferentes espécies de vegetais.

Referente ao Índice de Capital Social (ICS), que demonstrou sustentabilidade comprometida, verificou-se que uma das variáveis que contabilizou negativamente foi a 'confiança nas autoridades municipais', refletindo em apenas 9.76% dos entrevistados. Outra variável que não contribuiu na avaliação do índice foi a 'formação escolar', uma vez que 68.29% dos agricultores familiares apresentaram nível de escolaridade igual ou abaixo do ensino fundamental completo. Estes resultados são preocupantes uma vez que Khan e Silva (2005) ao analisarem a importância do nível educacional do agricultor na geração da renda rural, concluíram que este fator tem influência positiva no valor da produção, proporcionando aumento expressivo na eficiência técnica e econômica.

Entre as variáveis com contribuição positiva destacou-se a 'participação em associações', con-

siderando que 70.73% dos agricultores familiares participam de alguma associação ou cooperativa. Constatou-se, ainda, que o fator decisivo na opção de participação, entre as duas principais cooperativas (Caná e Cooperlinda), não é definido apenas pela questão de gestão da diretoria, mas também no quesito localização, ou seja, a proximidade desta em relação ao perímetro urbano e as áreas produtivas.

A integração do agricultor a uma cooperativa ou associação se faz vantajosa não somente do ponto de vista econômico, mas também intelectual, uma vez que este ambiente favorece a troca de informações técnicas e experiências de manejo das culturas cultivadas. Conforme Galerani (2003), o processo de cooperativismo proporciona ainda outras vantagens, por exemplo, a redução dos custos de produção, aprendizado de novas práticas de cultivo, otimização do investimento financeiro, continuidade do fluxo de matéria-prima e a supressão dos intermediários, que se interpõem entre os diversos estágios de produção.

Verificou-se que 58.54% dos agricultores participam de atividades relacionadas às associações (oficinas, reuniões, dia de campo etc.), evidenciando assim um fortalecimento das relações interpessoais. Resultados próximos também foram obtidos por Sousa *et al.* (2005) ao estudarem os assentamentos de reforma agrária localizados no Mossoró (RN), em que 87.5% dos entrevistados informaram serem consultados durante a tomada de decisões na associação.

Pode-se constatar para a variável 'eleição da direção da cooperativa' que 58.54% dos agricultores familiares participam de forma direta neste processo. Embora possa se considerar o valor obtido como representativo este deve ser ampliado dada a sua importância para o crescimento da atividade em âmbito regional.

No que se refere a 'permanência dos jovens no campo' verificou-se que em 13 das 41 propriedades visitadas ocorre a participação nas ativida-

des produtivas dos filhos dos agricultores. Essa realidade é decorrente do processo de migração dos jovens da zona rural para a urbana a procura maior oportunidade de emprego e melhoria da qualidade de vida. Moura e Silva (2012) ratificaram que muitas camponesas com o intuito de ajudar no sustento da família e obter uma melhor qualificação profissional, acabam migrando da zona rural para à urbana.

As famílias dos agricultores familiares investigados em Carlinda são em sua maioria composta por um ou dois filhos, seguindo assim o padrão nacional de composição familiar. Portanto, há uma tendência de redução do número de integrantes familiares, assim como constatado por Camarano e Abramovay (1999) e Abramovay (2000) o que, de acordo com Schneider *et al.* (2004) é um processo decorrente de uma nova reestruturação do campo.

O Índice de Desenvolvimento Econômico e Social (IDES) constituiu o segundo menor valor no ISAF, situando-se na faixa de sustentabilidade comprometida. Dentre as variáveis estudadas a ‘disponibilidade de acesso à saúde’ configurou-se como a mais preocupante, visto que apenas 8.49% dos agricultores familiares possuem fácil acesso a hospitais. O município apresenta, deste modo, à necessidade de melhorias ao acesso a saúde pública, pois segundo Sousa *et al.* (2005) o aumento dos serviços de saúde colabora para o aumento da produção agrícola em decorrência deste proporcionar condições de bem-estar físico e psicológico ao produtor familiar. Assim como Monte (1999) concluiu que a oferta por serviços de saúde é um direito mínimo e essencial de cada cidadão.

Outra variável relevante foi o ‘uso de equipamento de proteção individual (EPI) durante a aplicação de agroquímicos’, no qual 29.70% dos agricultores familiares afirmaram que fazem tal uso. Para Oliveira *et al.* (2001) a aplicação inadequada de agrotóxicos e a falta de utilização dos equipamentos de proteção estão relacionados à

carência de orientação técnica sobre o manejo adequado de agrotóxicos. É preciso informá-los das consequências dessas ações, sendo a realização de campanhas de orientações um eficiente mecanismo para ao alcance deste objetivo.

O uso indevido de agrotóxicos deve ser tratado não somente do ponto de vista agrônômico e ambiental, mas também de saúde pública, visto que a contaminação dos alimentos pode vir a trazer danos à saúde de um elevado número de pessoas. Soares *et al.* (2005) ratificam o exposto ao afirmar que os prejuízos causados pelo uso inadequado de agrotóxicos têm ultrapassado o campo econômico e ganhado uma dimensão social, uma vez que, ao prejudicar a saúde humana, acaba por demandar verbas públicas e privadas para o atendimento médico-hospitalar.

As extensões territoriais das 41 propriedades variaram de 0.5 a 57 hectares, independente da horticultura constituir ou não a principal atividade econômica. Com relação aos aspectos econômicos os agricultores investigados aferem uma renda mensal média de R\$ 1.553,95. Para tanto, pode-se observar uma relação da renda familiar com o tamanho da propriedade, identificando-se assim a necessidade do aumento de nível tecnológico, visando contribuir na obtenção de maiores ganhos aos agricultores que possuem menores extensões de terras.

Dentre as variáveis que vieram a somar para o aumento do IDES destacou-se ‘presença de energia elétrica’, que está presente em 97.56% das propriedades visitadas.

Com valores moderados o Índice de Organização familiar (IOF) correspondeu a sustentabilidade ameaçada, influenciado pelos resultados relativos a mão de obra nas propriedades, pois a de origem familiar não é suficiente para o desenvolvimento das atividades produtivas, demandando contratações em determinados períodos do ano, em virtude de 48.78% dos agricultores familiares não

desenvolverem a horticultura como sua única atividade econômica. Mas, essa característica pode ser analisada na perspectiva positiva, pois evidencia que as propriedades são pluriativas.

A maioria dos agricultores familiares são donos da terra (92.5%), revelando esse resultado como satisfatório, visto que a posse da propriedade confere ao agricultor uma maior liberdade de adoção de novas técnicas de cultivo e, conseqüentemente, um maior ganho econômico.

Pertinente a “participação de feiras” 53.66% dos agricultores familiares não participam, em virtude de integrarem a cooperativa e comercializarem a produção hortícola junto aos mercados.

Inerente à regularidade anual de produção agrícola 92.68% dos participantes da pesquisa são produtores permanentes de espécies olerícolas ou frutíferas. Este resultado pode estar associado à alta diversidade de espécies cultivadas, por exemplo, banana, batata doce, maracujá, melancia, alface, tomate, repolho, abacaxi, laranja, limão, quiabo, pepino, cupuaçu, entre outros, revelando a potencialidade produtiva da região. A diversidade agrícola promove inúmeros benefícios, a citar: contínua produção de alimentos, redução de riscos econômicos e produtivos, decorrentes da oscilação de preço ou da vulnerabilidade climática (Pelinski *et al.*, 2006).

Dos entrevistados, 95.12% trabalham há mais de cinco anos na agricultura. Possivelmente a resposta para estes valores reside na propaganda do governo de incentivo a colonização da região, que através da oferta de solos férteis a baixo custo, colaborou na atração de elevado número de produtores agrícolas, principalmente da região sul brasileira.

Quanto ao ‘controle de custo’ a maior parte dos agricultores (51.22%) não realizam os cálculos para controle do sistema produtivo da propriedade, dificultando o desenvolvimento de planejamentos que proporcionem à redução dos gastos e o aumento

dos lucros. De modo geral, pode-se identificar em torno de duas benfeitorias em cada propriedade, variando de acordo com a renda mensal e o tamanho da unidade produtiva.

Caracterizando-se como insustentável, o Índice Político-Institucional (IPI) apresentou os menores valores dentre os índices que compõe o ISAF. Considera-se como a variável mais preocupante a ‘assistência técnica ou financeira do governo estadual’, com representatividade de 4.88%. Esse resultado revela a inacessibilidade às políticas estaduais voltadas para apoiar a agricultura familiar, neste caso específico a dos agricultores que produzem espécies hortícolas no município.

Situação diferente da apresentada foi o acesso por parte dos agricultores familiares às políticas no âmbito federal, pois 53.66% dos agricultores familiares são beneficiários de políticas públicas federais, em especial as de financiamento da produção (PRONAF A, B). Contudo, é preciso ressaltar que a maior parte das políticas de financiamento criada pelo governo federal são direcionadas aos proprietários de médio e grande porte, tornando-se assim inacessível para os agricultores familiares com produção comercial de espécies hortícolas.

Quanto à atuação da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER) no município constatou-se que 58.54% dos agricultores receberam apoio técnico. Relaciona-se esse dado possivelmente ao baixo número de funcionários, que muitas vezes acabam tendo que atender mais de 100 propriedades em um único ano.

Outra dificuldade identificada entre os entrevistados é a falta de assistência técnica ou financeira do governo municipal, cuja atuação foi restrita a 17.07% dos agricultores estudados. De acordo com Santos e Candido (2013), este valor é preocupante visto que o apoio da secretaria municipal de agricultura é fundamental para o fortalecimento da produção e comercialização dos produtos hortícolas gerados pelos agricultores familiares.

No que tange ao uso de alguma forma de tecnologia fornecida ou gerada por instituições públicas, 82.93% dos entrevistados afirmam não fazerem uso, evidenciando a necessidade de canalização de recursos para o desenvolvimento de infraestrutura física que permita a adoção de pacotes tecnológicos que otimizem a produção em consonância com a conservação ambiental.

Dada a importância da agricultura familiar para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, os horticultores do município de Carlinda apresentaram elevada carência de meios que os possibilite acessar as políticas públicas voltadas ao atendimento de suas necessidades (econômica, social e de manejo), considerando que nenhum dos resultados dos apresentaram valores igual ou superior a 0.8, que qualificaria a atividade hortícola comercial de Carlinda como sustentável.

4. Conclusões

Os resultados evidenciaram que a atividade hortícola para fins comercial realizada pelos agricultores familiares no município de Carlinda exibe sustentabilidade agrícola familiar comprometida, necessitando de assistência e meios de acesso as políticas públicas. Dentre as principais fragilidades apontadas nos índices destacaram-se: a dificuldade de acesso à água, a não utilização de equipamento de proteção individual, falta de controle de custo e assistência técnica, baixo número de jovens no campo, adoção de práticas inadequadas para o manejo, baixo nível escolar e de tecnificação do sistema produtivo.

Verificou-se que há variáveis que contribuem positivamente nos índices de sustentabilidade, dentre elas o alto número de agricultores associados a cooperativas, renda econômica superior a dois salários mínimos, alta produtividade agrícola, posse da terra e existência de sistemas sustentáveis (em transição e agroecológicos).

A produção hortícola pode ser ampliada, pois pode ser destinada ao abastecimento regional e não somente ao municipal. Constituindo, assim a agricultura familiar voltada à produção de espécies hortícolas uma alternativa econômica sustentável para a Amazônica matogroesse, se devidamente orientada e assistida, visto que seu modelo produtivo contrapõe a necessidade de grandes extensões de terra exigidas para o desenvolvimento das monoculturas.

5. Referências citadas

- ABRAMOVAY, R. 2000. *Agricultura, diferenciação social e desempenho econômico*. FEA-USP. São Paulo, Brasil.
- BARRETO, R. C. S.; KHAN, A. S. e P. V. P. S. LIMA. 2005. "Sustentabilidade dos assentamentos no município de Caucaia-CE". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43(2): 225-247.
- BRASIL. 2006. *Lei nº 11.326*, de 24 de julho de 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. [Consulta: janeiro, 2018].
- CAMARANO, A. A. e R. ABRAMOVAY. 1999. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada-IPEA. Rio de Janeiro, Brasil.
- CARNEIRO NETO, J. A.; ANDRADE, E. M.; FREITAS ROSA, M.; MOTA, F. S. B. e J. F. B. LOPES. 2008. "Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza". *Ciência e Agrotecnologia*, 32(4): 1.272-1.279.
- DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S. e P. V. P. S. LIMA. 2011. "O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(1): 129-156.
- DOMINGUES, M. S. e C. BERMMANN. 2012. "O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja". *Ambiente & Sociedade*, 15(2): 1-22.
- ESRI. 2019. *ArcGis advanced: realease 10.6.1*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/>. [Consulta: dezembro, 2018].
- FAULIN, E. J. e P. F. AZEVEDO. 2003. Distribuição de hortaliças na agricultura familiar: uma análise das transações. *Informações Econômicas*, 33(11): 24-37.
- FREITAS, W. S.; RAMOS, M. M. e S. L. COSTA. 2008. "Demanda de irrigação da cultura da banana na bacia do Rio São Francisco". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(4): 343-349.
- GALERANI, J. 2003. "Formação, estruturação e implementação de aliança estratégica entre empresas cooperativas". *RAE eletrônica*, 2(1): 1-16.
- HOMMA, A. K. O. 2012. "Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia?" *Estudos avançados*, 26(74): 167-186.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. *Atlas do desenvolvimento Humano no Brasil 2013*. Disponível em: <http://portal.cnm.org.br/>. [Consulta: janeiro, 2018].
- KHAN, A. S. e L. M. R. SILVA. 2005. "Capital social das comunidades beneficiadas pelo programa de combate à pobreza rural-PCPR/Projeto São José-PSJ-estado do Ceará". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43(1): 101-117.
- LARA, D. X.; FIEDLER, N. C. e M. B. MEDEIROS. 2007. "Uso do fogo em propriedades rurais do cerrado em Cavalcante, GO". *Ciência Florestal*, 17(1): 9-15.
- LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N. e J. F. B. LOPES. 2009. "Proposta de um índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, Brasil". *Revista Ciência Agronômica*, 40(2): 185-193.
- MANCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R. e H. M. ROCHA. 2011. "Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 16(4): 157-167.

- MONTE, C. M. 1999. *Atendimento à criança desnutrida em ambulatório comunidade*. Sociedade Brasileira de Pediatria. Rio de Janeiro, Brasil.
- MOURA, A. M. P. e G. M. G. SILVA. 2012. Agricultura Familiar: perspectivas de permanência dos jovens no campo do Município De Igaci/Alagoas. *Encontro Nacional de Geografia Agrária*. Uberlândia, Brasil.
- NEARY, D. G.; KLOPATEK, C. C.; DEBANO, L. F. & P. F. FFOLLIOTT. 1999. "Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis". *Forest Ecology and Management*, 122(1) 51-71.
- OLIVEIRA, J. J.; ALVES, S. R.; MEYER, A.; PEREZ, F.; SARCINELLI, P. N.; MATTOS, R. C. O. C. e J. C. MOREIRA. 2001. "Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil". *Revista de Saúde Pública*, 35(2): 130-135.
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F. e F. C. MENDONÇA. 2000. "Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 4(3): 465-473.
- PELINSKI, A.; AHRENS, D. C.; MILLÉO, R. D. S.; ZEMKE, E.; BENASSI, D. A. e A. S. RICHTER. 2006. A diversificação no incremento da renda da propriedade familiar agroecológica. *Congresso Brasileiro de Agroecologia*. Belo Horizonte, Brasil.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). 2014. *Atlas de Desenvolvimento Humano*. Disponível em: www.pnud.org.br. [Consulta: julho, 2018].
- SANTOS, J. G. e G. A. CANDIDO. 2013. "Sustentabilidade e agricultura familiar: um estudo de caso em uma associação de agricultores rurais". *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 7(1) 69-85.
- SCHNEIDER, S.; SILVA, M. K. e P. E. M. MARQUES (Org.). 2004. *Políticas Públicas e Participação Social no Brasil Rural*. Editora UFGRS. Porto Alegre, Brasil.
- SOARES, W. L.; FREITS, E. A. V. e J. A. G. COUTINHO. 2005. "Trabalho rural e saúde: intoxicações por agrotóxicos no município de Teresópolis-RJ". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43(4): 685-701.
- SOUSA, M. C. D.; KHAN, A. S.; PASSOS, A. T. B. e P. V. P. S. LIMA. 2005. "Sustentabilidade da agricultura familiar em assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Norte". *Revista econômica do Nordeste*, 36(1): 96-120.
- VASCONCELOS, R. R. e W. TORRES FILHO. 1994. *Impactos ambientais das atividades humanas sobre a base de recursos renováveis no semiárido: relatório preliminar*. IPEA/SEPLAN. Brasília, Brasil.
- WORLD HEALTH ASSOCIATION (WHA). 1994. *Qualitative Research for Health Programmes*. WHA. Geneva, Italia.

Anexo

Índice de Desenvolvimento Econômico e Social (IDES)

Foi obtido por meio dos seguintes indicadores.

- 1) *Indicador de Saúde.* Neste indicador considerou-se o acesso e a disponibilidade dos serviços de saúde aos agricultores: **a)** Ausência de atendimento por agente de saúde e/ou difícil acesso a hospitais = 0; **b)** Atendimento por agente de saúde = 1; **c)** Fácil acesso a hospitais = 2.
- 2) *Indicador de Educação.* Considerou-se o tipo de existência ou a ausência de serviços educacionais: **a)** Ausência de escolas públicas ou comunitárias = 0; **b)** Escolas de ensino fundamental/médio = 1; **c)** Instituições de ensino superior = 2.
- 3) *Indicador de Habitação.* O indicador de habitação foi dividido em dois aspectos:
 - Condição de domicílio: **a)** Alugada = 0; **b)** Cedeada = 1; **c)** Própria = 2
 - Tipo de construção: **a)** Casa de taipa, coberta por palha, telhas e/ou outras = 0; **b)** Casa de madeira, coberta por telhas e/ou outras = 1; **c)** Casa de alvenaria = 2.
- 4) *Indicador de Condições Sanitárias e de Higiene.* Para a construção desse indicador foi considerado um aspecto fundamental:
 - Quanto ao uso de agrotóxicos, caso utilize, faz-se por meio de Equipamento de Proteção Individual (EPI): **a)** Não usa = 0; **b)** Usa pouco = 1; **c)** Usa = 2; **d)** Não usa agroquímico = 3.
- 5) *Indicador de lazer.* O indicador abordou qual o aspecto de entretenimento presente nas famílias: **a)** Nenhuma infraestrutura de lazer = 0; **b)** Uma opção de lazer = 1; **c)** Duas opções de lazer = 2; **d)** Três opções de lazer = 3; **e)** Mais de três opções de lazer = 4.
- 6) *Indicador econômico.* Composto pela renda mediana mensal dos agricultores (R), de origem agropecuária e não-agropecuária, tendo

como base o salário mínimo nacional no ano de 2013: **a)** $R \leq R\$ 724,00 = 0$; **b)** $R\$ 724,00 < R \leq R\$ 1.086,00 = 1$; **c)** $R\$ 1.086,00 < R \leq R\$ 1.448,00 = 2$; **d)** $R > 1.448,00 = 3$.

Definiu-se, matematicamente, o IDES como:

$$IDES = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \right]$$

Onde: E_{ij} = escore da i -ésima variável do indicador l obtida pelo j -ésimo agricultor familiar; M = total de agricultores familiares; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador l); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares).

Índice de Capital Social (ICS)

Para a mensuração do ICS considerou-se os seguintes indicadores:

- 1) *Indicador de inter-relação social.* Nesse foi abordado às relações sociais entre os agricultores e a sociedade. As perguntas relativas que compõem o indicador foram tabuladas de acordo com o seguinte critério: (0) Não ou (1) Sim: **a)** Participa de alguma associação ou cooperativa?; **b)** frequenta as reuniões da associação ou cooperativa?; **c)** Participação nas atividades da associação ou cooperativa?; **d)** Comunicado e convidado para assistir reuniões/assembleias da associação ou cooperativa?; **e)** As decisões tomadas nas reuniões são efetivamente executadas pela diretoria?; **f)** Participa da escolha dos dirigentes da associação ou cooperativa?; **g)** Confiar nos líderes comunitários ou na maioria da diretoria da associação ou cooperativa?; **h)** Confiar nas autoridades do seu município?
- 2) *Indicador de formação escolar.* Composto pelo grau de escolaridade, formação técnica e/ou outros cursos do chefe de família:
 - Escolaridade: **a)** Analfabeto = 0; **b)** Ensino fundamental incompleto = 1; **c)** Ensino fundamental completo = 2; **d)** Ensino médio incompleto = 3; **e)** Ensino médio completo = 4; **f)** Ensino superior = 5.

- Outra formação: **a)** Não possui = 0; **b)** Cursos diversos = 1; **c)** Curso técnico = 2.
- 3)** *Indicador de permanência dos jovens no campo.* Este indicador analisou a permanência ou não de pelo menos um filho maior de 18 anos na propriedade familiar, colaborando com as atividades agropecuárias. Para famílias que não possuem filhos ou ainda são menores de 18 anos atribuiu-se o escore 0: **a)** Não possuem filhos e/ou menores de 18 anos = 0; **b)** Não permanece = 1; **c)** Permanece = 2.

Desta forma, matematicamente, pode-se definir o ICS como:

$$ICS = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \right]$$

Onde: E_{ij} = escore da i -ésima variável do indicador I obtida pelo j -ésimo agricultor familiar; M = total de agricultores familiares; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador I); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares).

Índice Ambiental (IA)

Os aspectos a seguir constituíram o IA

- O Sistema de produção é: **a)** convencional = 0; **b)** de transição = 1 e **c)** agroecológico = 2.
- Quanto às questões de preservação ambiental, tabuladas de acordo com o seguinte critério: (0) não ou (1) sim. **a)** Existência de Área de Preservação Permanente averbada; **b)** Existência de Reserva Legal; **c)** Destinação de área (qualquer) para a preservação ambiental; **d)** tem outorga para uso da água.
- Manejo e conservação do solo: Não é realizada nenhuma prática = 0; Através de práticas mecânicas = 1; Integração das práticas mecânicas/biológicas = 2; Através de práticas biológicas = 3.
- Quanto às práticas de manejo do solo, utiliza: Trator = 0; Trator e manual/animal = 1; Manual/animal = 2.
- Método de controle de pragas, doenças e invasoras empregado: Agrotóxicos = 0; nen-

hum método = 1; Agrotóxicos/biológico = 2; biológico = 3.

- As embalagens de agrotóxicos (quando utiliza) são destinadas: Reutiliza = 0; Jogado ao solo ou queimado = 1; Enterrado = 2; Recolhido = 3; Não utiliza agrotóxico = 4; Faz análise de solo.

Outras perguntas relativas que compõem o índice são tabuladas de acordo com o seguinte critério: (0) Não ou (1) Sim: Utiliza fogo nas atividades agropecuárias; Utiliza-se de recursos hídricos para a irrigação; Faz rotação/sucessão de cultura; Utiliza consórcio; Faz adubação verde; Utiliza adubação orgânica; Utiliza fertilizantes químicos; Faz calagem.

O IA foi calculado da seguinte forma:

$$IA = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \right]$$

Onde: E_{ij} = escore da i -ésima variável do indicador I obtida pelo j -ésimo agricultor familiar; M = total de agricultores familiares; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador I); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares).

Índice Político-Institucional (IPI)

O formulário que compõem o índice foi tabulado de acordo com o seguinte critério: (0) Não ou (1) Sim: **a)** Assistência técnica ou financeira do governo Federal; **b)** Assistência técnica ou financeira do governo Estadual; **c)** Assistência técnica ou financeira do governo Municipal; **d)** Assistência técnica por parte do sindicato do município; **e)** Assistência técnica por empresas privadas; **f)** Assistência técnica da EMPAER; **g)** Participação de algum curso de capacitação; **h)** Apropriou-se de tecnologias geradas por instituições públicas; **i)** Participação em algum programa do governo Federal, Estadual e/ou Municipal; **j)** Anseio em trabalhar a agricultura de forma agroecológica.

Definiu-se, matematicamente, o IPI como:

$$IPI = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \right]$$

Onde: E_{ij} = escore da i -ésima variável do indicador l obtida pelo j -ésimo agricultor familiar; M = total de agricultores familiares; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador l); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares).

Índice Organização Familiar (IOF)

O Índice Organização Familiar foi obtido levando em consideração os seguintes critérios:

- 1) *Número de benfeitorias (cercas, curral, chiqueiro, galinheiro, paiol, barracão, tulha, casa de farinha entre outros):* **a)** Nenhuma benfeitoria = 0; **b)** De uma a duas benfeitorias = 1; **c)** De três a quatro benfeitorias = 2; **d)** De cinco a seis benfeitorias = 3; **e)** Mais de seis benfeitorias = 4.
- 2) *O formulário que compôs o índice foi tabulado de acordo com o seguinte critério: (0) Não ou (1) Sim:* **a)** A principal atividade econômica é agrícola;

b) Atividade agrícola é feita na própria propriedade; **c)** Propriedade onde mora é própria; **d)** Participação em feiras de produtores rurais; **e)** Renda familiar é resultante apenas da agricultura; **f)** Controle dos custos nas atividades; **g)** Agricultor permanente; **h)** Agricultor há mais de cinco anos; **i)** Mão de obra familiar; **j)** Dispõe de estrutura para irrigação; **k)** Dispõe de equipamentos agrícolas mecânicos.

Desta forma, matematicamente, pode-se definir o IOF como:

$$IOF = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \right]$$

Onde: E_{ij} = escore da i -ésima variável do indicador l obtida pelo j -ésimo agricultor familiar; M = total de agricultores familiares; $i = 1, \dots, n$ (variáveis que compõem o indicador l); $j = 1, \dots, m$ (agricultores familiares).

Diagnóstico de cicatrices

de erosión en masa, cuenca
del río Caramacate, Venezuela

Diagnosis of mass landslides cicatrices
in the basin of the Caramacate River, Venezuela

Carlos Guillén¹

Graciano Elizalde²

¹ Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT),
Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), Mérida, Venezuela.

² Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía,
Instituto de Edafología, Laboratorio de Agrología, Maracay, Venezuela
guillencarlos41@gmail.com

Resumen

Los movimientos en masa son considerados uno de los riesgos ambientales más frecuentes en áreas montañosas. Se realizó un estudio en la subcuenca del río Caramacate, cuenca alta del río Guárico, estado Aragua-Venezuela. Se identificaron por fotointerpretación y se digitalizaron en un sistema de información geográfica 651 cicatrices de erosión en masa individuales y 1.684 grupales. Se determinó un índice basado en su densidad para las unidades litogeomorfológicas y los tipos de paisaje, teniendo como resultados que ambos índices dieron valores muy bajos para las cicatrices individuales y medios para las cicatrices grupales. Se determinó que la densidad de las cicatrices aumenta proporcionalmente a la pendiente del terreno, con mayor énfasis entre 20-35°, siendo más alta sobre las cicatrices grupales. Los principales factores condicionantes para los deslizamientos fueron la deleznableidad, la pendiente del terreno y la cobertura vegetal, teniendo como activadores las precipitaciones y los movimientos sísmicos.

PALABRAS CLAVES: erosión en masa; fotointerpretación; tipos de paisaje; ICCEM.

Abstract

Mass movement is considered as one of the most common environmental risks in mountainous areas. A study was carried out in the Caramacate River sub-basin, located in the upper watershed of the Guárico River, Aragua State, Venezuela. 651 of individual scars of mass erosion and 1,684 group scars were identified by photo-interpretation and digitized in a geographic information system. An index based on density for litho-geomorphological units and landscape types was established, concluding that both indexes showed very low values of individual scars and average values of group scars. It was determined that scar density increases proportionally with the slope of land, with higher emphasis between 20-35°, being higher on group scars. The main conditioning factors for landslides were friability; land slope and vegetation cover; having as activators precipitations and seismic movements.

KEY WORDS: mass erosion; photointerpretation; landscapes types; Caramacate sub-basin; ICCEM.

1. Introducción

El agua representa un factor muy importante para la calidad y continuidad de la vida humana. La protección de este recurso se torna indispensable a través de la explotación sostenible de las cuencas hidrográficas. Una de las causas del deterioro de la cantidad y calidad del agua que circula en las cuencas es la erosión, principalmente los movimientos en masa. Este tipo de erosión es un proceso complejo que afecta a todos los componentes del ecosistema bajo la influencia predominante de la gravedad.

Las condiciones climáticas, fundamentalmente relacionadas con precipitaciones esporádicas y excepcionales, constituyen el detonante de riesgos naturales vinculados con procesos de erosión en masa que ocurren con mayor frecuencia, seguidos por los movimientos sísmicos. La erosión se manifiesta en forma severa en aquellas zonas donde las características del suelo y sus materiales parentales, del relieve y de la cobertura vegetal, así lo determinan. Las erosiones en masa son frecuentes y de amplia distribución geográfica; ellas pueden ocurrir como fenómenos recurrentes a corto plazo, de baja intensidad, pero cubriendo extensas áreas, o como eventos de mayor intervalo de retorno, más localizados, pero con mayor intensidad.

Los movimientos en masa son considerados actualmente como uno de los riesgos ambientales que ocurren con mayor frecuencia en las regiones montañosas del planeta. Ellos son el producto de la interacción de varios factores que determinan su desarrollo e intensidad (Guillen, 2006; Elizalde y Daza, 2000; Restrepo *et al.*, 2009; Vasudevan y Ramanathan, 2016).

Elizalde (2011), con base en los conceptos de modelo pedogeomorfológico de Elizalde y Jaimes (1989) y de geoeosistemas de Huggett (1995), plantea que los procesos que dan lugar a la evolución de los paisajes se desarrollan por la interacción de agentes que aportan o modifican la cantidad de materia y de energía necesaria. Estos agentes

corrientemente se denominan factores formadores (Rondón y Elizalde, 1994). Estos factores, al interactuar, no solo determinan los cambios de los atributos y las condiciones de los materiales sólidos y líquidos del ecosistema, sino que concomitantemente, modifican el estado de ellos mismos como factores formadores (Elizalde, 2011).

Algunas aplicaciones para estudiar los procesos erosivos en Venezuela han sido desarrolladas por Fernández (2001), en una propuesta para evaluar la susceptibilidad a la erosión hídrica en microcuencas montañosas, y Elizalde y Daza (2000 y 2003) para evaluar amenazas de movimientos en masa en áreas montañosas del norte del país. El mismo tema fue encarado por López (2004) en la subcuenca de la quebrada Guamita en la cordillera de la Costa Central. En estos trabajos se identifican los factores específicos, los factores relevantes en cada caso, los subfactores, las cualidades¹ relevantes de cada uno de ellos y las características² que permiten evaluarlas cualitativamente. Un enfoque similar desarrolla Conforth (2005) en su modelo multifactorial.

Venezuela cuenta con distintas cuencas hidrográficas que aportan el preciado líquido a distintos usuarios. Uno de los drenajes más importantes del país es la cuenca alta del río Guárico por surtir al embalse de Camatagua, que es la principal fuente de agua para la zona metropolitana de Caracas y regula el flujo hacia el embalse de Calabozo, que suministra agua a uno de los sistemas de riego más importantes del país. Esta cuenca posee 9 subcuencas, entre las cuales se encuentra la del río Caramacate con una superficie de 180 km² aproximadamente (8,5 % de la cuenca alta del río Guárico), y de acuerdo a Ospina y Elizalde (2004a), cerca del 81 % de su superficie presenta una alta capacidad potencial para producir agua.

Elizalde (2004) señala que la cuenca alta del río Guárico, y dentro de ella específicamente la cuenca del río Caramacate, presenta evidencias de un alto grado de deterioro a causa de los procesos

erosivos generalizados. Entre ellos, los que tienen mayor incidencia por los volúmenes de materiales movilizados y el impacto sobre el ambiente son los movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos, coladas o flujos rápidos y reptación).

Ospina y Elizalde (2004a) estiman que la subcuenca del río Caramacate presenta aproximadamente un 70 % de susceptibilidad muy alta frente a procesos erosivos, siendo ésta una de las principales causas del deterioro de la calidad de agua y, dado el gran volumen de agua que aporta la subcuenca, de la colmatación con sedimentos del embalse de Camatagua.

Pineda (2008) y Pineda *et al.* (2011) evaluaron cualitativa y cuantitativamente la susceptibilidad a la erosión en masa en un sector de la subcuenca del río Caramacate y discriminaron los factores condicionantes y activadores de tales procesos en ese sector.

El objetivo de este trabajo fue identificar en la cuenca del río Caramacate, las cicatrices de erosión en masa visibles en fotografías aéreas a escala 1:25.000 y vincularlas a las unidades litogeomorfológicas y tipos de paisajes del mapa geomorfológico del área.

2. Metodología

El trabajo es un estudio de aspectos biofísicos de sistemas pedogeomorfológicos intervenidos por la actividad humana, que se enmarca en la concepción orientada a objetos. Estos sistemas están integrados por sólidos (suelos, sedimentos, regolitos y rocas) que interactúan entre sí y con el agua superficial y subsuperficial, y con la atmósfera y biota, dando a lugar, entre otros procesos, a los movimientos en masa (Elizalde y Jaimes, 1989).

2.1 Descripción del área de estudio

La subcuenca del río Caramacate se encuentra ubicada en la zona norte-central del país, dentro

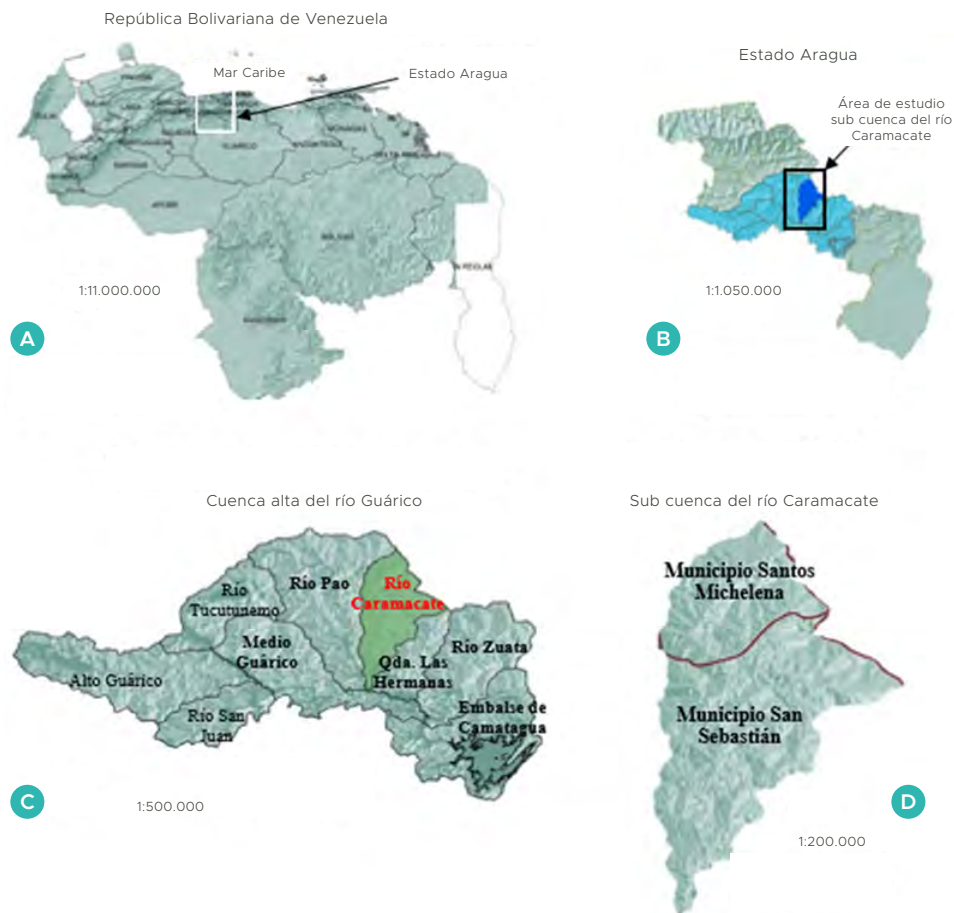
del estado Aragua, Venezuela (FIGURA 1A Y 1B) y, comprende un área de aproximadamente 180 km². Representa un 8,5 % de la cuenca alta del río Guárico, siendo una de las nueve subcuencas que la conforman. Limita con la subcuenca del río Pao al oeste y la subcuenca de la quebrada Las Hermanas al este (FIGURA 1C). Posee un perímetro de 72,979 km. y una longitud axial de 25,425 km. Está conformada por 25 microcuencas, incluyendo la microcuenca de salida al poblado de San Sebastián de los Reyes. Desde el punto de vista administrativo, la subcuenca abarca parte de dos municipios: San Sebastián y Santos Michelena (FIGURA 1D). Las poblaciones más importantes en la subcuenca son San Sebastián de los Reyes al sur y Tiara al norte.

Las unidades naturales de la subcuenca están constituidas por un sistema de montañas de la serranía del Interior en la parte más alta, y altiplanicies del piedemonte de la misma serranía en las zonas más bajas. Los afluentes más importantes del río Caramacate son los ríos Tiara y El Altar. Las principales vías de acceso están hacia el sur de la cuenca donde conectan con la carretera nacional San Juan de los Morros-San Sebastián de los Reyes y, por el norte, se accede por la carretera nacional Tejerías-Tiara.

La cuenca del río Caramacate posee un relieve accidentado prácticamente en toda su superficie; las zonas más altas alcanzan hasta 1.422 msnm y están hacia el noreste de la subcuenca en el sector El Altar y en el suroeste está el valle, cuya zona más baja se encuentra a 326 msnm, donde se asienta la población de San Sebastián de los Reyes (Ochoa *et al.*, 2004).

Jácome (2002) identificó un centro de precipitación importante a lo largo de la parte media de la subcuenca del río Caramacate (cerca de la estación Tiara), el cual supera los 1.400 mm anuales y aumenta en sentido sureste hasta valores de 1.600 mm anuales.

FIGURA 1 Ubicación relativa de la zona de estudio: **A.** escala nacional; **B.** escala regional (estado Aragua); **C.** cuenca alta del río Guárico y **D.** escala municipal. Modificado de Jácome *et al.*, 2001



Ochoa (2003) discriminó los 7 tipos de cobertura vegetal de la subcuenca del río Caramacate que se muestran en el CUADRO 1.

El patrón de drenaje de la subcuenca de Caramacate es dendrítico, con sentido general norte-sur, con punto de salida de la cuenca sobre el río Guárico, al sur de la población de San Sebastián de los Reyes. La orientación de las quebradas y ríos dentro de la cuenca está influenciada por las fallas menores ortogonales de rumbos SO-NE y SE-NO.

El curso de agua principal es el río Caramacate, con régimen permanente (Jácome, 2002).

Según el mapa geomorfológico elaborado por Ospina y Elizalde (2004b), considerando las categorías sistemáticas de los paisajes que define Elizalde (2011), la subcuenca de Caramacate se encuentra ubicada dentro de la Megaregión Oro-génica (O), en la Región Fisiográfica Cordillera de La Costa Central (OC)³, forma parte de la Provincia Fisiográfica Serranía del Interior Central (OCI) y de dos subprovincias fisiográficas:

CUADRO 1 Tipos de cobertura vegetal de la subcuenca del río Caramacate.
FUENTE: OCHOA (2003)

Cobertura vegetal	Superficie	
	Hectáreas	%
Herbazal normal	8.266	54
Herbazal con palma corozo	564	4
Herbazal degradado	564	4
Bosque de galería	3.709	24
Bosque siempre verde	1.816	12
Bosque semidecídúo	392	3
Matorral deciduo.	79	1

- Sistema Montañoso Centro Oriental (OCIB), el cual abarca el 98 % de la superficie de la subcuenca. Esta unidad está constituida por un sistema de montañas escarpadas, de rumbos variables, aunque sus ejes principales están ligeramente orientados en sentido suroeste-noreste.
- Valles Aluviales de San Sebastián (OCID), se encuentran ubicados en el extremo sur de la cuenca, abarcando un 2 % de superficie de ésta. Corresponde a un conjunto de pequeñas colinas, terrazas y fondos de valle, de origen principalmente aluvial que se han formado como resultado de la deposición de sedimentos transportados principalmente por el río Caramacate.

Como quinto nivel jerárquico, la subcuenca contiene 11 unidades litogeomorfológicas que forman parte de las subprovincias fisiográficas indicadas. Estas unidades constituyen paisajes que abarcan extensiones mayores a 1 km². Los criterios empleados en la delimitación de estas unidades son la litoestratigrafía, al nivel de formaciones geológicas, lo que permite distinguir 10 unidades litogeomorfológicas pertenecientes a la subprovincia OCIB: Lomas de Hierro (OCIBS),

Tiara (OCIBV), Paracotos (OCIBP), El Caño (OCI-BÑ), El Chino (OCIBH), Santa Isabel (OCIBI), El Carmen (OCIBC), Asociación de Paracotos (OCIBL), Guárico (OCIBG), Cuaternario (OCIBQ) y la unidad litogeomorfológica del Cuaternario perteneciente a la subprovincia OCID: OCIDQ.

Como sexto nivel jerárquico, en la cuenca están descritos 25 tipos de paisajes, los cuales son subdivisiones de las unidades litogeomorfológicas con extensiones mayores a 0.0625 km² (6.25 ha), que pueden ser cartografiados a escala 1:25.000. Los criterios empleados en la delimitación de estas unidades son la configuración del terreno, la pendiente y las condiciones bioclimáticas.

2.2 Escala de trabajo

Para la identificación de las cicatrices producidas por los movimientos en masa en la subcuenca del río Caramacate, se analizaron imágenes de sensores remotos (pares estereoscópicos de fotografías aéreas y ortofotomapas), a escalas de trabajo semidetallado (1:25.000), ya que se estima que a esta escala pueden ser detectadas áreas de desplazamientos de materiales (cicatrices) mayores a 1 mm², que corresponden a superficies de por lo menos 625 m² (25 m x 25 m).

2.3 Fotointerpretación y digitalización

La erosión en masa es un fenómeno geomorfológico causado por un conjunto de factores que interactúan entre sí, unos con mayor intensidad que otros, dando como resultado los desplazamientos de los materiales erodables en función de la pendiente. Esta transformación del paisaje deja como evidencia una configuración que refleja a los movimientos en masa que se hayan producido. Esta configuración la denominamos 'cicatrices de movimientos en masa'. Estas cicatrices pueden corresponder a un proceso individual suficientemente grande como para ser identificado a la escala de trabajo o a un grupo de cicatrices adyacentes que no pueden ser discriminadas independientemente de la escala de trabajo utilizada para la fotointerpretación, pero que el conjunto es visible en las fotografías aéreas. Dichos desplazamientos pueden haber ocurrido más o menos al mismo tiempo o en períodos diferentes, pero están geográficamente asociados.

A partir de pares estereoscópicos de fotografías aéreas a escala aproximada de 1:25.000 de la subcuenca del río Caramacate pertenecientes a la misión 030198 de fecha 05 de abril de 1975, se realizó la foto-lectura y fotointerpretación analógica para identificar la distribución de las cicatrices de erosión en masa en la subcuenca.

Seguido a esta identificación se procedió a ubicar y digitalizar con el software ArcGIS los puntos de cicatrices de erosión en los ortofotomapas digitales del año 1995 a escala 1:25.000, identificados como: El Pao de Zárate 6746-II-NO, El Amparo 6746-II-NE, Valle La Tarasca 6746-II-SO y San Casimiro 6746-II-SE; y sobre el mapa digital de tipos de paisajes elaborado por Ospina y Elizalde (2004b) y el Modelo Digital de Elevación (MDE) realizado por Ochoa (2003), obteniéndose como resultado su distribución geográfica y su relación con la geomorfología y topografía en un mapa a escala 1:25.000.

2.4 Índice de concentración de cicatrices de erosión en masa (ICCEM)

Para comparar la densidad de cicatrices de las diferentes unidades litogeomorfológicas entre sí y de las distintas unidades de tipos de paisajes entre sí, se procedió a unir los polígonos del mapa geomorfológico de Ospina y Elizalde (2004b), con los puntos de cicatrices de erosión en masa, de manera de vincular cada cicatriz a las unidades litogeomorfológicas y tipos de paisajes. Ello permitió calcular los índices de concentración de cicatrices de erosión en masa para ambas categorías de la clasificación de paisajes, según las fórmulas del CUADRO 2.

También se elaboró un índice para evaluar la densidad de cicatrices de erosión en masa para los rangos de pendiente agrupados cada 5°, basados en el modelo digital de elevación de Ochoa (2003), y su fórmula también se muestra en el CUADRO 2.

Los valores del ICCEM obtenidos se agruparon en 5 clases: muy Alta (>0,20), alta (0,15 – 0,20), media (0,10 – 0,15), baja (0,05 – 0,10) y muy baja (<0,05).

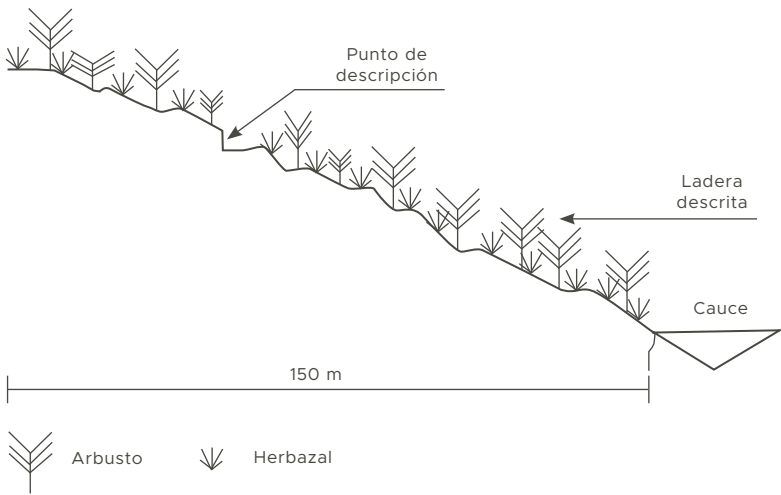
2.5 Comprobación de campo

En la fase de campo se comprobaron las características indicadoras relevantes para la evaluación de las amenazas de erosión en masa. Para ello se describieron 12 puntos de muestreo en dos transectos, a lo largo de toda la subcuenca del río Caramacate. En cada punto se evaluó el entorno de la cicatriz individual o grupo de cicatrices asociadas, se describió el perfil de suelo a través de barrenos o en cortes ubicados en las adyacencias inmediatas a la cicatriz (FIGURA 2) y se describieron las rocas que se encontraban en el punto de muestreo; también se estimaron las pendientes longitudinales y transversales de la microcuenca que conduce el drenaje superficial que afecta al sitio de la cicatriz, la posición geomorfológica del punto, el tamaño de la microcuenca que domina

CUADRO 2 Fórmulas utilizadas para calcular los diferentes índices de concentración de cicatrices de erosión en masa (ICCEM)

ÍNDICE	FÓRMULA
ICCEM LI	Número de cicatrices de erosión en masa individuales en cada unidad litogeomorfológica / Superficie de la unidad litogeomorfológica (ha)
ICCEM LG	Número de cicatrices de erosión en masa grupales en cada unidad litogeomorfológica / Superficie de la unidad litogeomorfológica (ha)
ICCEM LT	Número de cicatrices de erosión en masa individuales y grupales en cada unidad litogeomorfológica / Superficie de la unidad litogeomorfológica (ha)
ICCEM PI	Número de cicatrices de erosión en masa individuales en cada unidad de paisaje / Superficie de la unidad de paisaje (ha)
ICCEM PG	Número de cicatrices de erosión en masa grupales en cada unidad de paisaje / Superficie de la unidad de paisaje (ha)
ICCEM PT	Número de cicatrices de erosión en masa individuales y grupales en cada unidad de paisaje / Superficie de la unidad de paisaje (ha)
ICCEM IRP	Número de cicatrices de erosión en masa individuales por rango de pendiente / Superficie de cada rango de pendiente (ha)
ICCEM GRP	Número de cicatrices de erosión en masa grupales por rango de pendiente/ Superficie de cada rango de pendiente (ha)
ICCEM TRP	Número de cicatrices de erosión en masa individuales y grupales por rango de pendiente/ Superficie de cada rango de pendiente (ha)

FIGURA 2 Esquema de la descripción de campo de los puntos de muestreo y sus adyacencias. Corte transversal



la cicatriz, la formación vegetal dominante y el tipo de uso de la tierra. En total, en cada uno de los puntos se reconocieron 26 características.

2.6 Determinación del análisis de Componentes Principales a través del Índice de Homogeneidad Múltiple

Una vez recabada la información en campo se procedió a seleccionar, a partir de la matriz de variables, aquellas que ofrecieran la mayor varianza de cada grupo o matriz de variables. Esto se realizó a través del cálculo de los componentes principales por medio del índice de homogeneidad múltiple de Daza y Elizalde (1988).

La matriz de variables consta de 26 características por 12 puntos de muestreo, pero una de las normas que requiere el análisis de componentes principales es que el número de variables sea inferior al número de puntos de muestreo, por lo tanto, se procedió a dividir dicha matriz en tres grupos, obteniéndose para los tres grupos valores propios, porcentaje de contribución de cada valor propio y los vectores propios.

De acuerdo a Plá (1986), Jaimes (1988) y Elizalde (1997), cada componente principal resume la máxima variabilidad residual contenida en los datos originales de cada grupo. Consecuentemente se adoptó el criterio de seleccionar aquellos valores propios que fueran mayores o iguales a 1, con el fin de facilitar los cálculos matemáticos, además de tener un nivel de referencia común para los tres grupos.

Para calcular la contribución de cada atributo sobre la variabilidad del grupo, se aplicó la ecuación señalada por Jaimes (1988), la cual se expresa de la siguiente manera:

$$C_i = \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m \left[(X_{ij})^2 \cdot (\lambda_j / n) \cdot 100 \right] \quad (6)$$

Donde C_i es la contribución de la i -ésima variable a la varianza del sistema; X_{ij} es el vector propio

de la i -ésima variable en el j -ésimo valor propio; n es el total de variables estudiadas en el sistema (grupo); λ_j / n es el valor promedio correspondiente al j -ésimo valor propio; y m representa el número de componentes vectores propios con valor propio mayor o iguales a uno $\lambda_j \geq 1,0000$. Procedimiento que permitió identificar las variables que en cada grupo aportan más a la ocurrencia de la erosión en masa.

3. Resultados

Se identificaron 1.684 grupos de cicatrices y 651 cicatrices individuales, distribuidas sobre diferentes unidades geomorfológicas de las dos categorías de la clasificación de paisajes de la cuenca seleccionadas para este estudio. Esa información permitió calcular el índice ICCEM que expresa la concentración de cicatrices por unidad geomorfológica (CUADRO 3).

Este índice se representó en el mapa geomorfológico de tipos de paisaje a escala 1:25.000, de manera de evidenciar la concentración de cicatrices, ya sean individuales o grupales de cada una de las unidades litogeomorfológicas o de tipos de paisaje a lo largo de toda la subcuenca (FIGURAS 3). En la FIGURA 3 (derecha) también se representaron las dos transectas utilizadas para las comprobaciones de campo.

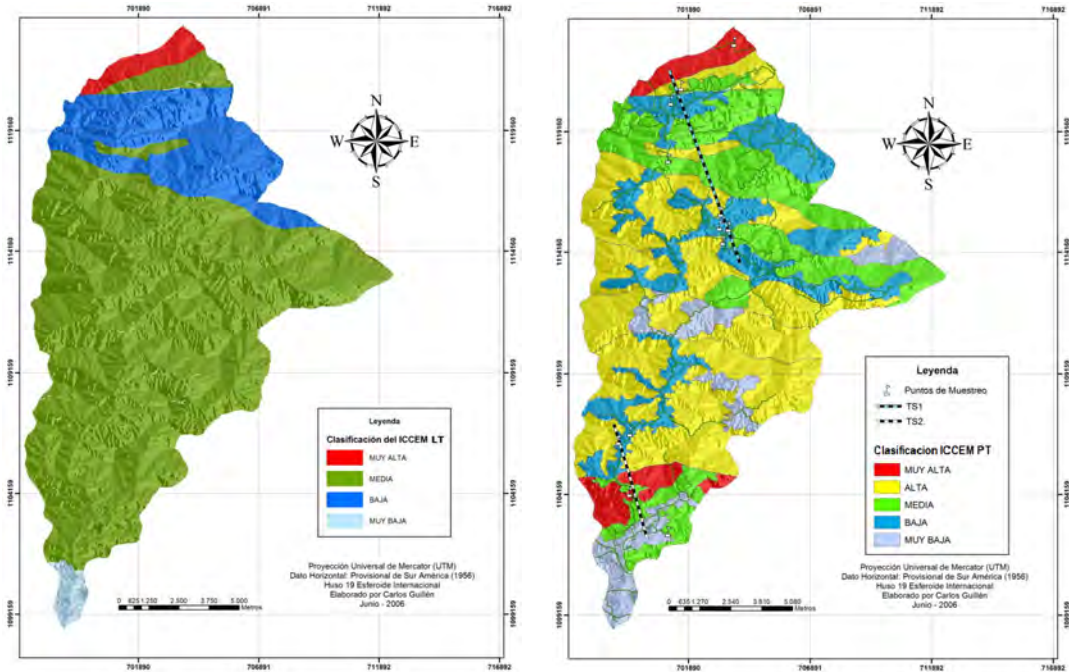
Debido a que la metodología utilizada solo permite la identificación de cicatrices que abarcan más de 625 m², una parte de cicatrices individuales fue registrada cuando ellas estaban agrupadas, por ello el número de cicatrices individuales en el CUADRO 3 es casi 3 veces más pequeño que el número de cicatrices grupales.

La concentración de la totalidad de las cicatrices de movimientos en masa (tanto grupales como individuales) en cada una de las unidades litogeomorfológicas, se evaluó mediante el ICCEM LT, el cual representa la importancia de los movimientos

CUADRO 3 Superficie en ha y % que abarcan las clases de ICCEM para las cicatrices individuales y grupales, determinadas para las unidades litogeomorfológicas y tipos de paisajes

N° cicatrices		Superficie de las clases de iccem (ha) / (%)									
		Unidades litogeomorfológicas					Tipos de paisajes				
		Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Individuales	651	17.579/ 98	439/ 2	0 / 0	0 / 0	0 / 0	15.584 / 86	2.434 / 14	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Grupales	1.684	279 / 2	7.921 / 44	9.379 / 52	439 / 2	0 / 0	4.971 / 28	4.231 / 23	7.820 / 43	996 / 6	0 / 0
Totales	2.335	279 / 2	3.169 / 18	13.977 / 78	154 / 1	439 / 2	1.537 / 9	3.576 / 20	4.089 / 23	7.820 / 43	996 / 6

FIGURA 3 Clases del ICCEM LT para el total de cicatrices por unidad litogeomorfológica (izquierda) y del ICCEM PT para el total de cicatrices por unidad de tipo de paisaje (derecha)



en masa en cada unidad litogeomorfológica de la clasificación de paisajes de la subcuenca elaborada por Ospina y Elizalde (2004b). El ICCEM LT evidencia el predominio de una concentración media de cicatrices (0,10-0,15 cicatrices de movimientos en masa por ha), la cual abarca el 78 % de la super-

ficie de la cuenca (13.977 ha), seguida por la clase baja, que tiene una extensión de 3.179 ha (18 % de la superficie de la cuenca) (FIGURA 3 y CUADRO 3).

En la FIGURA 3 se observa que los paisajes desarrollados sobre las Serpentinitas y demás rocas del Complejo Ofiolítico de Lomas de Hierro, que

se encuentra al norte de la cuenca, presentan muy altas concentraciones de cicatrices. Las áreas desarrolladas sobre las formaciones pertenecientes al Grupo Villa de Cura (El Chino, El Carmen, El Caño y Santa Isabel) y Volcánicas de Tiara tienen concentraciones de cicatrices medias. El sector de la cuenca desarrollado sobre rocas de la formación de Paracotos (ubicada entre el Complejo Ofiolítico y el Grupo Villa de Cura) tiene concentraciones bajas, y las unidades que corresponden a los sedimentos cuaternarios y formación Guárico (en el extremo sur), tienen concentración de cicatrices muy bajas.

La mayor concentración de cicatrices individuales y grupales que presenta la unidad litogeomorfológica desarrollada sobre las Serpentinitas y demás rocas del complejo Ofiolítico de Lomas de Hierro, indican una mayor susceptibilidad de estos materiales respecto a este tipo de erosión. Ello es un indicio de la influencia que tiene la composición de los materiales geológicos sobre la ocurrencia de movimientos en masa. Esta influencia es el efecto de la cualidad denominada deleznablez, la cual es definida por Fernández (2001) y Ospina y Elizalde (2004a) como el grado de susceptibilidad de las rocas, regolitos y sedimentos a ser disgregados y transportados con facilidad.

El ICCEM PT refleja la importancia de la pendiente del terreno sobre este proceso de erosión, ya que de las 13 unidades de tipos de paisajes definidas por Ospina y Elizalde (2004b) que presentan pendientes medias superiores a 35 %, ocho tienen un ICCEM PT alto o muy alto, dos ICCEM PT medio, una bajo y dos muy bajo. En general, el 50 % de la superficie de las unidades de paisaje tiene una concentración de cicatrices alta o muy alta. Esto permitió relacionar la ubicación de las cicatrices con los rangos de pendientes entre 0 y 50° tomados cada 5 grados, de manera de determinar los límites críticos en los cuales se encuentra la mayor cantidad de cicatrices de movimientos

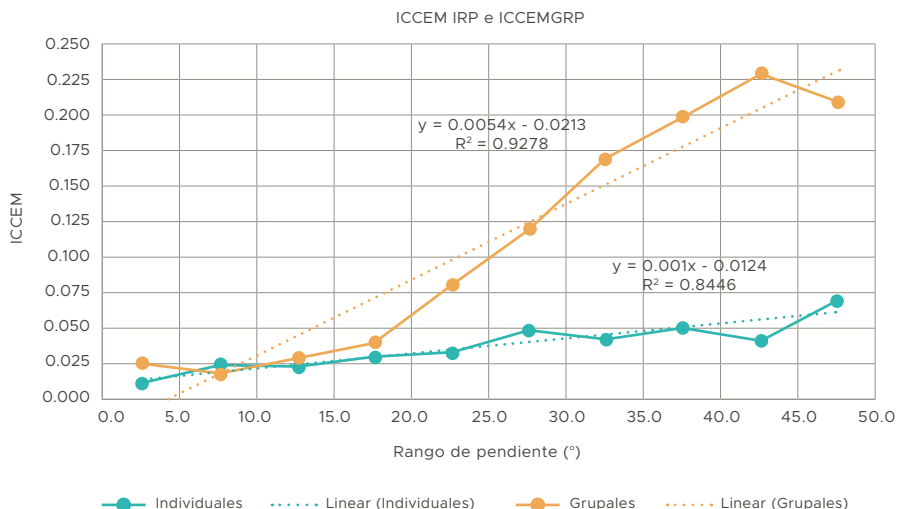
tanto individual como grupal; obteniéndose como resultado que 378 de las 651 cicatrices individuales (58 %), y 1.095 de las 1.684 cicatrices grupales (65 %), se encuentran en el rango de pendiente entre 20° a 35° (36 % a 70 %).

Para cuantificar las densidades de las cicatrices de movimientos en masa y su distribución respecto a los rangos de pendiente, se calculó el Índice de Concentración de Erosión en Masa individual, grupal y total para cada rango (ICCEM IRP, ICCEM GRP, ICCEM TRP). En la FIGURA 4 se observan los resultados para ambos tipos de cicatrices. Como era de esperar, la densidad de cicatrices aumenta directamente proporcional a la pendiente del terreno, resultando una relación lineal significativa en los dos casos, pero el efecto de la pendiente sobre las cicatrices grupales es unas 5 veces mayor que sobre las cicatrices individuales. Ese efecto se manifiesta a partir de 20° de pendiente (36 %); por debajo de ese valor las densidades de ambos tipos de cicatrices son similares y muy bajas, pero a partir de allí la frecuencia de cicatrices grupales por unidad de superficie se incrementa constantemente hasta alcanzar el máximo con una pendiente de 40° a 45° (70 - 100 %). A su vez, el mayor incremento del ICCEM de las cicatrices individuales se produce con una pendiente de 25° a 30°, y de 30° a 35° para las cicatrices grupales.

De esta forma se evidencia que el patrón de distribución de las densidades de cicatrices de erosión en masa está influenciado por el grado de inclinación que presenta el sitio: cuanto mayor es la pendiente mayor es la densidad de cicatrices de movimientos en masa.

El análisis de componentes principales arrojó que las variables que tienen mayor influencia sobre los procesos de erosión en masa para la subcuenca del río Caramacate son la densidad de fracturas y fallas (10,59 %), y la consistencia de la roca; (10,12 %). Ambas, como señalan Sidle *et al.* (1985), permiten el aumento de la infiltración, promoviendo de esta

FIGURA 4 Índice de Concentración de Cicatrices de Erosión en Masa individuales (ICCEM IRP) y grupales (ICCEM GRP) por rango de pendiente en grados sexagesimales para la subcuenca del río Caramacate



manera la formación de planos de deslizamientos o zonas de debilidad en los materiales rocosos. Las dos variables se relacionan con la cualidad de las rocas definida como deleznable (Fernández, 2001) y, en conjunto, explican el 20,71 % de la variabilidad relacionada con los atributos de los sitios de muestreo observados en el campo.

La tercera variable del análisis de componentes principales es la formación vegetal de cobertura dominante (10,11 %). Sidle *et al.* (1985) expresan que los movimientos en masa pueden llegar a incrementarse hasta 4 a 5 veces tanto en su número como en su tamaño cuando el paisaje ha sido deforestado. Restrepo *et al.* (2009) especifican que la cobertura vegetal afecta las propiedades tanto del suelo como de sus materiales parentales y rocas, ya sea incrementando su resistencia o aumentando su susceptibilidad a la erosión, de 5 maneras:

- Las raíces incrementan la resistencia de los agregados del suelo
- Las raíces que penetran en las juntas y fracturas de las rocas contribuyen a la meteorización

física y química, incrementando la deleznable de los materiales

- Por el peso de la vegetación
- Por la intercepción de la lluvia, lo cual:
 - Favorece la infiltración del agua en el sustrato (suelos, regolitos, sedimentos y rocas), lo cual disminuye la escorrentía, pero aumenta el peso de esos materiales y favorece su meteorización.
 - Aumenta el peso de la propia cobertura vegetal.
- Porque influye sobre la evapotranspiración, lo cual adquiere mayor relevancia cuando los materiales son expansibles.

De acuerdo a Jácome (2002), en la subcuenca del río Caramacate ha habido un cambio constante de bosque semidecídúo a sabanas o pastos naturales. Ello concuerda con el CUADRO 1 elaborado con base a los datos de Ochoa (2003), donde se observa que los herbazales constituyen el 62 % de la cobertura de la subcuenca, mientras que los distintos tipos de bosques representan el 38 %. De acuerdo con esos antecedentes, la subcuenca del río Caramacate

es más susceptible a los movimientos en masa en el presente que en épocas anteriores, previas al incremento de la deforestación.

Los resultados expuestos indican que en las imágenes de 1995 hay una cicatriz de movimientos en masa de por lo menos 625 m² de superficie cada 7,7 ha. Ello representa que más del 0,8 % de la superficie de la subcuenca había sido afectada por este tipo de erosión en eventos suficientemente cercanos a esa fecha como para que sus trazos fueran aún visibles en el paisaje.

Los valores del ICCEM determinados revelan que la densidad de cicatrices varía según las unidades litogeomorfológicas y los tipos de paisajes, es decir que ponen en evidencia la influencia de los tipos de materiales geológicos, la configuración del terreno, las condiciones bioclimáticas y la pendiente. Ejemplo de ello son los resultados obtenidos tanto con el ICCEM IRP, como el ICCEM GRP, los cuales se mantienen en valores muy bajos cuando las pendientes son menores a 20° o sea 36 %, que es un límite crítico a partir del cual se desencadenan los movimientos en masa en la zona. A esos factores se suman los efectos de la cobertura vegetal.

En síntesis, cada unidad litogeomorfológica o de tipo de paisaje de la subcuenca del río Caramacate tiene un punto crítico a partir del cual se produce el desprendimiento y transporte masivo de la vegetación, suelo, sedimentos, regolitos y rocas, bajo el efecto de la gravedad; que depende de la relación entre las cualidades y características de los materiales propios de la unidad respecto a la fuerza que se ejerza sobre el terreno. Ello puede ser expresado por la siguiente ecuación (adaptada de Restrepo *et al.* 2009):

Punto crítico = Resistencia/Fuerza

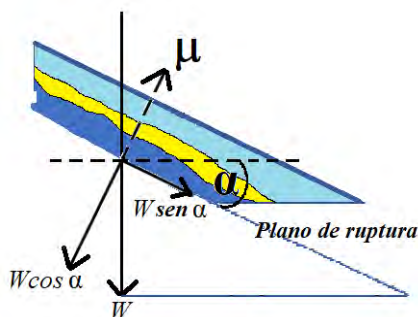
$$PC = R/F = \frac{C'/\cos \alpha + (W\cos \alpha - \mu) \tan \phi'}{W\sin \alpha + A}$$

Dónde **PC** es el punto crítico; **R** es la resistencia de los materiales a desprenderse; **F** es la Fuerza que se ejerce sobre el plano potencial de ruptura o **Wsenα**; **C'** es la cohesión de los materiales, ya sea suelos incluyendo raíces, sedimentos, regolitos y rocas; **α** es el ángulo de pendiente del plano potencial de ruptura, que puede ser el contacto entre horizontes de suelos, estratos sedimentarios o planos de fractura de rocas; **W** es el peso de los materiales por encima del punto de falla, incluye los sólidos (suelo, regolito, sedimento, rocas, cobertura vegetal, construcciones) y el agua contenida o adherida a esos materiales; **σ_n** es la presión efectiva ejercida sobre el plano de ruptura o **Wcosα**; **m** es la presión de agua de poro; **f** es el ángulo de fricción interna de los materiales donde se ubica el plano potencial de ruptura; y **A** es el componente horizontal de la aceleración sísmica.

El peso de los materiales (**W**) en el punto de ruptura se divide en 2 componentes: **Wcosα** o presión efectiva (**s_n**) sobre el plano de ruptura, que aumenta la resistencia, y **Wsenα** que es la fuerza dependiente de la gravedad que produce la ruptura o desprendimiento, a la cual se suma la fuerza proveniente de movimientos sísmicos (**FIGURA 5**).

FIGURA 5 Esquema de las fuerzas que controlan la ocurrencia de erosión en masa en un punto determinado de una ladera.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN RESTREPO *ET AL.* (2009)



4. Conclusiones

Los resultados evidencian que la erosión por movimientos en masa es un proceso controlado por la acción conjunta de un grupo de variables (factores) y que ninguno de ellos, de forma individual, puede ser considerado como el factor determinante. En la subcuenca del río Caramacate, los principales factores condicionantes son la deleznablez de los materiales determinada por su consistencia y densidad de fracturas, la pendiente y la cobertura vegetal. Los factores activadores son las precipitaciones y los movimientos sísmicos. El agua aportada por las precipitaciones disminuye la consistencia y el ángulo de fricción interna de los materiales, aumenta la presión de agua de poro y el peso de los materiales. En esta subcuenca la interacción de los factores condicionantes y activadores se lleva a cabo en pendientes mayores al punto crítico de 20° , pendiente a partir del cual las fuerzas que producen el desprendimiento de los materiales superan la resistencia de éstos a desprenderse.

El ICCEM resultó una herramienta fundamental para determinar la distribución espacial de las cicatrices de erosión en masa y relacionarlas con

las unidades litogeomorfológicas y con unidades de paisaje del mapa geomorfológico del área, así como con los rangos de pendiente.

Los sistemas de información geográficos (SIG) sirvieron para espacializar la información recabada, de manera de tener un manejo más eficiente de la misma y tomar las decisiones pertinentes para el desarrollo del presente trabajo.

El procedimiento metodológico utilizado en este estudio se muestra adecuado para sustentar posibles decisiones en cuanto a políticas y gestión de la cuenca, de manera de prevenir el deterioro gradual de la producción de agua.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración prestada por el Departamento e Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y al FONACIT por el apoyo al presente trabajo, el cual fue desarrollado dentro del proyecto 'Manejo Integral de la Cuenca Alta del Río Guárico'.

6. Notas

- ¹ Las cualidades de la tierra son el resultado de las interacciones entre las condiciones de uso y manejo y las características del sitio (por ejemplo, riesgo de erosión en laderas deforestadas, con determinado grado de pendiente y formadas por una determinada clase de materiales). No pueden ser medidas directamente, sino estimadas a partir de las características que se vinculan con ellas, bajo ciertas condiciones de uso.
- ² Las características de la tierra son atributos que pueden ser medidos en el campo o laboratorio (por ejemplo, granulometría del suelo, gradiente de pendiente, temperatura).
- ³ La definición y descripción de la Megaregión Orogénica y la Región Fisiográfica Cordillera de la Costa Central puede ser consultada en Elizalde *et al.* (2007).

6. Referencias citadas

- CONFORTH, DH. 2005. *Landslides in practice: Investigations, analysis and remedial/preventive options in soils*. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- DAZA, M. y G. ELIZALDE. 1988. *Programa IH para la determinación del IH (Índice de Homogeneidad) mediante microcomputadora*. Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- ELIZALDE, G. 1997. "El Índice de homogeneidad múltiple y su utilidad para la cartografía detallada del sistema pedogeomorfológico". *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(2): 187-206.
- ELIZALDE, G. 2004. *Selección de áreas piloto representativas. Manejo integral de la cuenca alta del río Guárico*. Núcleo de Investigación y excelencia Proyecto Iniciativa Científica del Milenio. Sub. Proyecto I: Diagnostico general y estratificación de la cuenca alta del río Guárico, Tomo 2. Informe 13. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- ELIZALDE, G. 2011. "Clasificación sistemática de categorías de paisajes. Propuesta de un marco conceptual". *Revista Venesuelos*, 19(1): 23-43.
- ELIZALDE, G. y M. DAZA. 2000. "Evaluación de amenazas de movimientos en masas en paisajes de montaña: ejemplos en el estado Vargas (Venezuela)". *Revista Venesuelos*, 8(1 y 2): 29-41.
- ELIZALDE, G. y M. DAZA. 2003. "Procedimiento para evaluar amenazas de movimientos en masa con información restringida en paisajes montañosos". *Revista Facultad de Agronomía*, 29(1): 197-208.
- ELIZALDE, G y E. JAIMES. 1989. "Propuesta de un modelo pedogeomorfológico". *Revista Geográfica Venezolana*, (XXX): 5-35.
- ELIZALDE, G.; VILORIA J. y A. ROSALES. 2007. "Geografía de suelos de Venezuela". En: *GeoVenezuela, Medio Físico y Recursos Ambientales*. pp. 402-537. Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.
- FERNÁNDEZ, L. 2001. *Propuesta metodológica para determinar grados de susceptibilidad a la erosión hídrica en microcuencas tropicales*. Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Tesis de Doctorado.
- GUILLÉN, C. 2006. *Diagnóstico de cicatrices de erosión en masa en la subcuenca del río Caramacate de la cuenca alta del río Guárico (CARG) y su relación con elementos geomorfológicos*. Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).
- HUGGETT, R. J. 1995. *Geocology: An evolutionary approach*. Rutledge. London, UK.
- JÁCOME, A. 2002. *Evaluación del efecto del cambio de cobertura y uso de la tierra sobre la producción de sedimentos en la cuenca del río Caramacate (Subcuenca Portante del Embalse Camatagua)*. Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Trabajo de Ascenso.
- JÁCOME, A.; AGUERREVERE G. y M. T. LÓPEZ. 2001. *Sistema de Información Ambiental. Cuenca alta del río Guárico. Informe final*. FUNDACITE Aragua. Maracay, Venezuela.
- JAIMES, E. 1988. *Determinación de Índices de Homogeneidad Múltiples Globales en sistemas pedogeomorfológicos de la cordillera de la Costa de la serranía del Litoral Central*. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Tesis de Doctorado.

- LÓPEZ, C. 2004. *Estudio de riesgo de erosión por movimientos en masa en la subcuenca de la quebrada Guamita, vertiente sur del Parque Nacional "Henri Pittier"*. Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Trabajo Especial de Grado.
- OCHOA, J. 2003. *Análisis de la cobertura y uso de la tierra a escala semidetallada, a partir del procesamiento visual de una imagen de satélite LANDSAT, en la cuenca del río Caramacate*. Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado.
- OCHOA, J.; JÁCOME, A. y J. VILORIA. 2004. *Caracterización del relieve de las subcuencas de los ríos Caramacate y San Julián, por medio de modelos digitales de elevación*. Manejo integral de la cuenca alta del río Guárico. Núcleo de Investigación y Excelencia. Proyecto Iniciativa Científica del Milenio. Sub. Proyecto II: Diagnóstico físico natural de la cuenca alta del río Guárico, Tomo 1. Informe 1. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- OSPINA, A. y G. ELIZALDE. 2004a. *Modelo pedogeomorfológico de la subcuenca del río Caramacate*. Manejo integral de la cuenca alta del río Guárico. Núcleo de Investigación y Excelencia Proyecto Iniciativa Científica del Milenio. Sub. Proyecto II: Diagnóstico físico natural de la cuenca alta del río Guárico, Tomo 2. Informe 13. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- OSPINA, A. y G. ELIZALDE. 2004b. *Clasificación de paisajes de la subcuenca del río Caramacate*. Manejo integral de la cuenca alta del río Guárico. Núcleo de Investigación y Excelencia Proyecto Iniciativa Científica del Milenio. Sub. Proyecto II: Tomo 1, Informe 3. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- PINEDA M. C. 2008. *Determinación de áreas susceptibles a movimientos en masa y erosión laminar en unidades de paisaje de la subcuenca de río Caramacate, localizada en la cuenca alta del río Guárico*. Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Trabajo de Ascenso.
- PINEDA, M. C.; ELIZALDE, G. y J. VILORIA. 2011. "Determinación de áreas susceptibles a deslizamientos en un sector de la cordillera de la Costa Central de Venezuela". *Interciencia*, 36(5): 370-377.
- PLÁ, L. 1986. *Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales*. Instituto Interamericano de estadística. Sec. General de la OEA. Washington D. C. USA.
- RESTREPO, C; WALKER, L. R.; SHIELS, R.; BUSSMANN, R.; CLAESSENS, L.; FISCH, S.; LOZANO, P.; NEGI, G.; PAOLINI, L.; POVEDA, G.; RAMOS-SCHARRON, C.; RICHTER, M. & E. VELÁZQUEZ. 2009. "Landsliding and Its multiscale influence on mountainscapes". *BioScience*, 59(8): 685-698.
- RONDÓN, C. y G. ELIZALDE. 1994. "Procesos pedogenéticos en un modelo de sistema suelo, formado por nueve subsistemas". *Revista Venesuelos*, 2(1): 32-37.
- SIDLE, R.; PEARCE, A. & C. O'LOUGHLIN. 1985. *Hillslope stability and land use*. American Geophysical Union. Washington, D. C. USA.
- VASUDEVAN, N. & K. RAMANATHAN. 2016. Geological factors contributing to landslides: case studies of a few landslides in different regions of India. *IOP Conference Series: Earth Environmental Science*. 30, 01201.

Susceptibilidade erosiva em bacia

hidrográfica na Amazônia: exploração da paisagem e soterramento de nascentes na sub-bacia do Jaurucu em Brasil Novo, Pará

Erosive susceptibility in watershed in Amazonia:
landscape exploration and burial of springs
in the Jaurucu sub-basin in Brasil Novo, Pará

Danyelly Feitosa da Costa

Wellington de Pinho Alvarez

José Antônio Herrera

Universidade Federal do Pará (UFPA); Faculdade de Geografia (FacGeo).
Altamira (Pará), Brasil
danyellyfeitosa@gmail.com; walvarez@ufpa.br; herrera@ufpa.br

Resumo

Dentro de um geossistema todos os componentes naturais encontram-se em relação de interdependência e múltipla influência, onde a paisagem é a síntese das trocas energéticas. A pesquisa relaciona susceptibilidade erosiva à desestabilidade do geossistema local devido a intensa antropização da área da microbacia do Jaurucu; para isso, foram relacionadas as variáveis como a hipsometria, declividade, pedologia e uso do solo, sendo reclassificadas e estabelecendo valores inteiros entre 1 e 3, para baixa erodibilidade, média erodibilidade e alta erodibilidade, respectivamente, destarte com média ponderado das variáveis especializou as diferentes áreas de susceptibilidade erosiva. Finalmente, nas áreas de alta susceptibilidade erosiva foram identificadas 32 voçorocas, quais pela erosão aterram nascentes e assoreiam o canal fluvial dos cursos perenes.

PALAVRAS-CHAVES: bacia hidrográfica; voçorocas; nascentes.

Abstract

Within a geosystem all the natural components are in relation of interdependence and multiple influence, where the landscape is the synthesis of the energy exchanges. The research related erosive susceptibility to the local geosystem's volatility due to the intense anthropization of the Jaurucu sub-basin area. Therefore, the variables such as hypsometry, slope, pedology and soil use were related, being reclassified and establishing integer values between 1, 2 and 3, for low erodibility, medium erodibility and high erodibility, respectively, with a weighted average of volatiles, the different areas of erosive susceptibility were spatialized. Finally, in the areas of high erosive susceptibility, 32 gullies were identified, which by erosion land in springs and sediment the fluvial channel of perennial courses.

KEY WORDS: hydrographic basin; gullies; springs.

1. Introdução

O conceito de geossistema foi introduzido pelo geógrafo soviético Víctor Borisovich Sochava, no qual abordou a proposta sistêmica no estudo das paisagens como unidades espaciais, entidades totais. Considerou a organização sistêmica como algo inerente à natureza e à superfície do globo. Nesta perspectiva, o geossistema é o espaço terrestre de todas as dimensões, onde todos os componentes naturais encontram-se em uma relação de múltipla influência e dependência (Rodriguez *et al.*, 2015).

A análise da paisagem e de seus componentes naturais para Sochava deve ser feita de forma total, por meio do foco sistêmico, mais precisamente no geossistema onde cada componente é abordado como um subsistema do geossistema natural, propriamente aberto (Bertalanffy, 2010). A partir do geossistema é possível analisar a paisagem, bem como compreender o desenvolvimento de vertentes como eventos relacionados a trocas energética naturais ou potencializados pela ação humana.

As vertentes desenvolvem-se através dos processos morfogénéticos e são catalisados pelos vários tipos de intemperismo, sendo os responsáveis pela modelagem das formas de relevo. Estes processos trazem informações de ordem teórica e prática. Christofolletti (1980) aponta que as vertentes podem se desenvolver de maneira natural, bem como ser contribuído pelas ações humanas.

Segundo Christofolletti (1980), os processos morfogénéticos podem ser divididos em categorias que são responsáveis pela forma das vertentes. O processo morfogénético pluvial é um dos mais importantes, que junto com a ação biológica, que é a ação morfogénética dos seres vivos, irão promover a modelagem das vertentes.

Sobre isso, destaca-se que a declividade de uma vertente não consegue aumentar indefinidamente com o crescer da ordem da bacia, pois *“quando o sistema vertente-curso de água está em equilíbrio, então toda a bacia hidrográfica pode ser considerada*

como em estado de ajustamento” (Christofolletti, 1980: 60). Portanto, a declividade e os cursos fluviais influenciam bastante no desenvolvimento de vertentes; por conseguinte, nas bacias hidrográficas com declividade elevada e com usos intensos, especialmente desestabilizadores do geossistema, os processos erosivos como as voçorocas se tornam mais evidentes.

Outro fator importante para análise de voçorocas é a hipsometria, que conjugada com o uso do solo e a rarefação de vegetação original protetora do solo, contribui positivamente para o desenvolvimento de voçorocas. Neste contexto, a vegetação possui um efeito estabilizador por ter função de anteparo aos fluxos de radiação eletromagnética (REM), permitindo maior coalescência nas precipitações, além de contribuir para porosidade do solo, infiltração de águas nos aquífero superficial e frenar ações eólicas (Tricart, 1977). Desta forma, a substituição da vegetação primária por pastagem modifica o fluxo energético e consequentemente a interação entre os componentes da paisagem. Desta feita, as pastagens não protegem da mesma forma o solo quando ocorrem precipitações contínuas; nota-se que a intensa recepção da REM resseca o solo e a depender da textural arenosa, argilosa ou siltosa pode formar crostas de impermeabilização do solo ou aumentar a erosão laminar. Neste sentido, a pouca interceptação das chuvas, promove o rápido escoamento superficial, facilitando a formação de processos erosivos nas áreas mais íngremes, notadamente em bordas de cursos fluviais ou mesmo de nascentes.

Sabendo que as voçorocas podem ser provocadas por relações energéticas de determinado geossistema, ocorrendo, pois de forma natural, sendo potencializado pelas ações do homem. A degradação antrópica acrescida de fatores naturais, neste caso, o uso do solo para produção agrícola e para a pecuária em áreas naturalmente instáveis pela particularidade pedológica e declivosa,

provocou a gênese de voçorocas ou ampliação de desenvolvimento, sendo, portanto, manifestação da desestabilidade, representado na alta susceptibilidade erosiva das áreas onde ocorre, isto pode provocar soterramento das nascentes, prejudicando o fluxo da bacia hidrográfica como acontece na sub-bacia do Jaurucu.

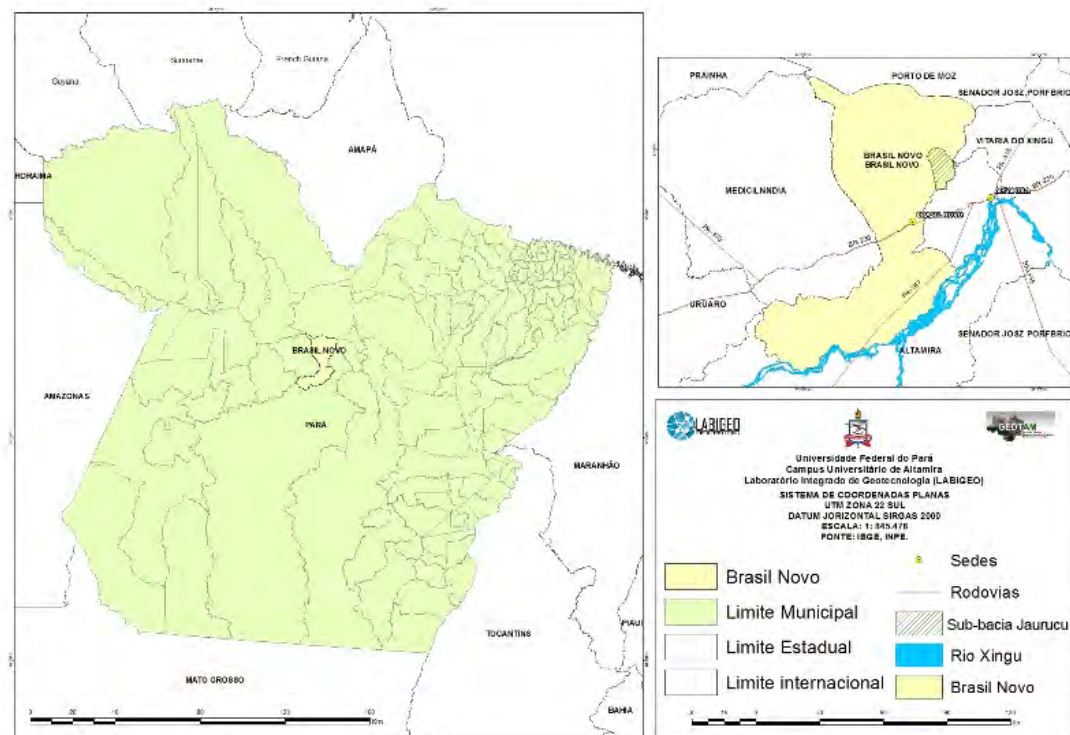
2. Materiais e métodos

A sub-bacia do rio Jaurucu está localizada entre o município de Altamira e Brasil Novo, principalmente em Brasil Novo ambos no estado do Pará, conforme FIGURA 1. O modelo digital de elevação (DEM) utilizado na pesquisa foi produzido pelo satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), sendo produto do sensor de micro-ondas PAL-

SAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*) para obter imagens sem interferência de nebulosidade. O DEM foi corrido para assumir resolução espacial de 12,5 metros, sendo possível o *download* no site <http://vertex.daac.asf.alaska.edu>. Para realizar a classificação do uso do solo foi feito *download* da cena 226/62 do satélite Landsat 8 no site Sistema Geológico Americanos (USGS), (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Para modelagem hidrológica foi utilizado o *software* Terrahidro da plataforma terralib disponível pelo INPE; no mesmo foi corrigido o DEM, com a ferramenta DEM FILL para preencher espaços vazios nos pixels de elevação; logo em seguida extraiu-se o *flow extraction*, depois a *contributing area*, em seguida *Drainage extraction* com linear de 517, suficiente para obter maior quantidade de canais

FIGURA 1 Localização da sub-bacia do rio Jaurucu



nas mais diversas ordem (Christofolletti, 1980), e por fim a *watershed delineation* com objetivo de extrair e delimitar a bacia hidrográfica da pesquisa.

Para compreender a morfologia da bacia foi utilizado o *software* Qgis 1.8 onde foi possível processar o DEM com a ferramenta de análise do terreno tendo como resultado a declividade classificada conforme a Embrapa (1979), com o mesmo *software* fora feita a hipsometria da bacia.

O mapeamento do uso do solo na bacia foi realizado por meio de classificação supervisionada, a partir de uma imagem de Landsat 8 da cena 226/62, do dia 27 de julho de 2017. Foi feita composição RGB com a banda 6, 5 e 4, e após a composição utilizamos a ferramenta extrair e recorte no Qgis 1.8 para cortar a área da bacia e poder utilizá-la para classificar. Para fazer a classificação supervisionada, utilizamos *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP). Neste, foi coletado amostras de áreas associadas a cores de acordo com as áreas homogêneas e criando as classes, depois da coleta criamos um arquivo de saída, após de processado foi gerado as 4 classes que escolhemos (Floresta, Vegetação Secundária, Pastagens e Rios).

Na perspectiva pedológica, o solo presente na bacia é predominantemente o Latossolo Amarelo distrófico, ou seja, um solo de evolução avançada, com horizonte 'A' profundo e incipiente desenvolvimento de 'B' textural (EMBRAPA, 2006), em que se destaca baixa ou inexistente camada arável e com baixíssimos valores de soma de bases. Deste modo, nesta área não é adequado à supressão vegetal, pois a exposição excessiva a REM pode provocar sérios danos a paisagem local; do mesmo modo, a criação extensiva de gado provoca a compactação do solo argiloso e fragmentação de solos arenosos provocando formação de crostas e erosões laminares.

No intuito de saber a suscetibilidade erosiva na bacia, as variáveis produzidas: hipsometria, declividade e uso do solo, foram convertidas aos

formatos raster, acrescido da pedologia local. Após isso, fora reclassificada conforme adaptação à metodologia proposta por Ross (1993), em que se reclassifica as variáveis anteriores para criação de 3 (três) classes em cada uma, estabelecendo valores de 1 (um) para classes pouco susceptíveis a erosão, 2 (dois) para classes de moderada susceptibilidade e 3 (três) para alta susceptibilidade erosiva. Vale afirmar que Latossolo, por suas características naturais, sendo solos antigos, profundos, distróficos com ph entre 4,0 e 5,5, predominando na sub-bacia textura arenosa, foi lhe conferiu o valor 3 para susceptibilidade erosiva conforme Ross (1993). Reclassificadas as variáveis na bacia, com uso da calculadora de *raster* no Qgis 1.8, mensurou-se a susceptibilidade erosiva, através da ponderação das classes conforme a fórmula a seguir:

$$\text{Susceptibilidade erosiva} = ([\text{decl_reclass}] * 0,30) + ([\text{hips_reclass}] * 0,15) + ([\text{solos_reclass}] * 0,20) + ([\text{uso_reclass}] * 0,35)$$

O resultado do cálculo demonstrou a susceptibilidade erosiva, o grau de fragilidade da bacia e possível soterramento de nascentes.

3. Resultados e discussões

As voçorocas são processos erosivos naturais, porém sua gênese e desenvolvimento são potencializados pelo uso intenso, neste sentido, os recursos existentes na paisagem são explorados por atividades econômicas diversas, tais como a madeireira, mineração, agricultura e principalmente a pecuária extensiva, que realizada de forma não planejada, tem provocado significativas degradações. Neste sentido, é válido afirma que a paisagem como um sistema aberto, manifesta as trocas de energia entre os diversos componentes do geossistema (Rodriguez *et al.*, 2017), que estando em estreita relação uns com os outros, transformam a parte e o todo (De Paula *et al.*, 2014). Desta feita, a paisagem demonstra

através dos sentidos alterações no fluxo de energia, apresentando de maneira visual perturbações do geossistema, cuja principal característica são as alterações no movimento da matéria verificada a partir das degradações.

Nesta perspectiva, a paisagem é alvo de ações para exploração e controle. No Brasil foi essencial para dispersão produtiva e ocupacional, sendo pautado pelo Estado diferentes ordenamentos com objetivo de explorar seus recursos (Herrera *et al.*, 2016), provocando na Amazônia um conjunto de modificações, devidamente ancoradas no processo produtivo (Miranda Neto, 2016). Empiricamente, a exploração da paisagem realizada pela leitura equivocada do potencial paisagístico (Ab'saber, 2003) promoveu na Amazônia, particularmente na sub-bacia do Jaurucu, alterações significativas do fluxo energético e matéria, desestabilizado a paisagem local. Na sub-bacia do Jaurucu verifica-se intensa supressão vegetal tornando os solos ressecados, quebradiços, estando mais suscetíveis a lavagem e a erosão.

A hipsometria da bacia apresenta-se faixas que iniciam em 62 m e alcança valores superiores a 210 m (FIGURA 2), grande parte dela encontra-se em faixas inferiores a 200 m de altitude, é acima destas a localização dos divisores de águas, importantíssimos no fluxo hídrico da bacia. Está ortometria facilita a compreensão das declividades do terreno e o encaixamento da bacia, contribuindo para fluidez hídrica e a demarcação de nascentes.

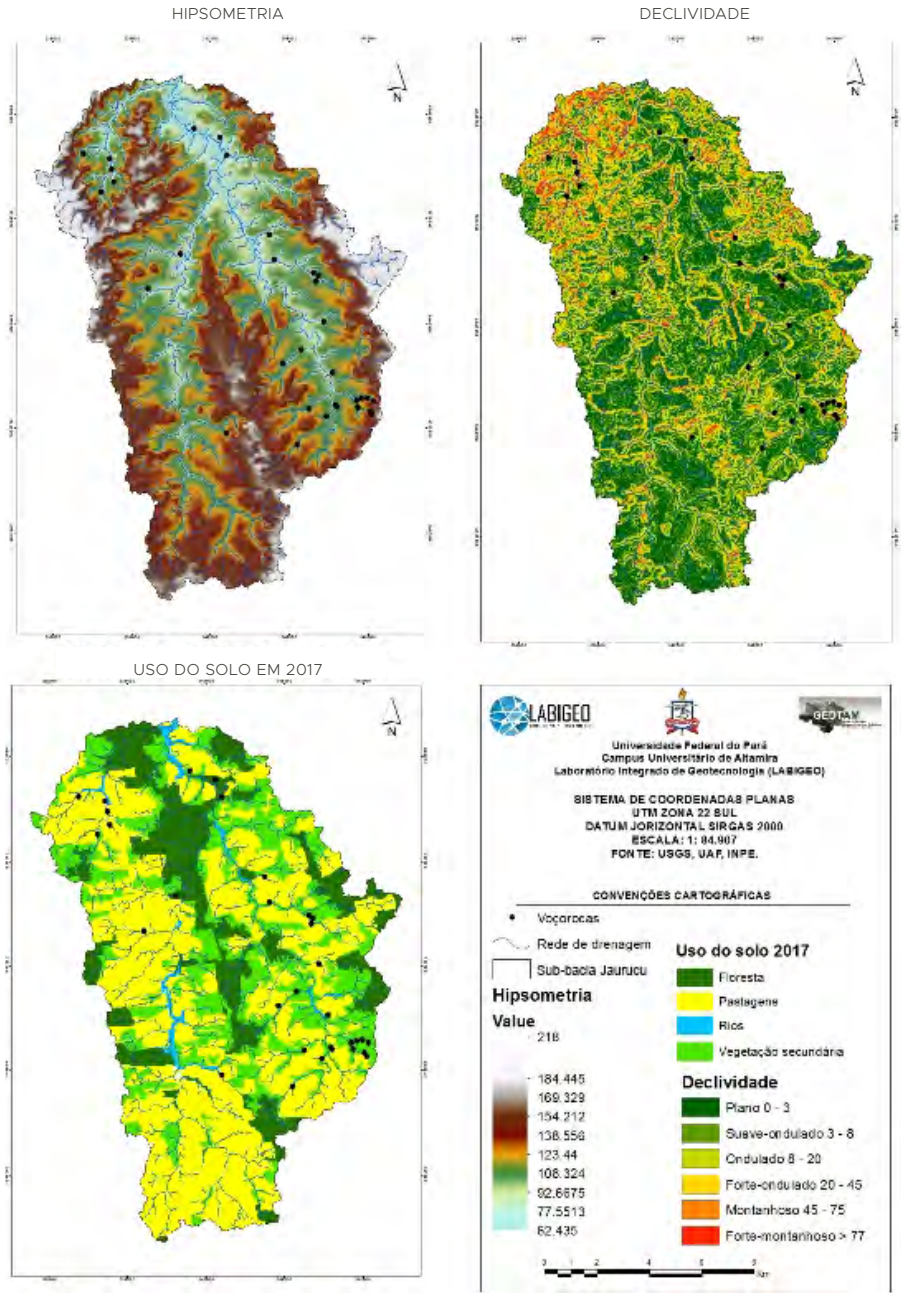
A sub-bacia do Jaurucu possui uma declividade bastante ondulada, sendo mais de 50% de sua área com relevo plano ou plano suave-ondulado, porém é notável a presença de declividades que vão de montanhoso a fortemente montanhoso, respectivamente (Figura 2). Neste contexto, a declividade demarca as vertentes das bacias, sendo estas um dos elementos principais para os processos erosivos, tal como a formação de sulcos erosivos, ravinas e voçorocas.

Além da declividade, o tipo de solo presente na bacia pode potencializar o surgimento de voçorocas. O solo predominante é Latossolo Amarelo distrófico, apresentando translocamento de óxidos de ferro para horizontes mais profundos, tendo como marca profundidade superior a 1 m. Este solo é bastante intemperizado, sendo nesta região muito antropizado devido à supressão vegetal, queima e formação de pastagens para pecuária extensiva. O referido apresenta horizonte 'A' antrópico (Apf), com pouco ou nenhum horizonte orgânico (Op). Na bacia a antropização do solo ocorre em geral para formação de pastagens, que ocupa áreas protegidas por lei como encostas e topos de morro, cursos fluviais e nascentes (Brasil, 2012).

Conforme a FIGURA 2, o uso predominante na sub-bacia está voltado para criação de gado de corte em pastagem extensiva. A supressão da vegetação para exploração madeireira, bem como a formação de áreas de plantio e pastagens expõe o solo a variadas intempéries, como o pisoteio do gado, compactação de horizonte textural argiloso, fragmentação de texturas arenosos, lixiviação, perda de biomassa, baixa infiltração e aeração. O solo não absorve facilmente a água da chuva, pois se apresenta pouco poroso, promovendo o escoamento superficial mais rápido, facilitando a formação de sulcos erosivos, ravinas e, finalmente, voçorocas, nesta última ocorrem os maiores desmoronamentos de terra que em grande parte soterram nascentes e assoreiam canais fluviais.

A susceptibilidade erosiva da bacia foi dividida em 3 valores: baixa, média e alta. É possível verificar que as áreas de florestas apresentam uma pouca susceptibilidade à erosão, por estarem com a sua vegetação mais densa, que segundo Tricart (1977) são meios estabilizadores. Com cobertura vegetal suficientemente fechada, a vegetação arbórea funciona como um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese. Pois, não permitiu incisão violenta de sedimentos nos

FIGURA 2 Morfologia e uso do solo na sub-bacia Jaurucu



curtos d'água, ao contribuir para diminuição da erosão provocada pela desagregação do solo a partir da pressão provocada pela chuva; deste modo, a vegetação regula o fluxo energético entre energia potencial gravitacional e energia cinética; não por acaso, ausência de vegetação arbórea aumenta a susceptibilidade erosiva conforme destaca **FIGURA 3**.

Os locais que apresentam média e alta erodibilidade são espaços marcados pela presença de pastagens, área onde estão todas as voçorocas, sendo 32 (trinta e duas), conforme é representado na **FIGURA 3**. Estas manifestam instabilidade segundo destaca Tricart (1977), meios onde a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural e fator determinante do sistema natural, onde a degradação antrópica cataliza a morfodinâmica local que acaba por degradar rapidamente os solos

existentes. Esse fenômeno não só limita o uso do solo, como também afeta os materiais móveis de formações superficiais sedimentares e rochas quais problematizam os demais componentes da paisagem ampliando a desestabilidade local.

De forma geral, a bacia apresenta-se extremamente antropizada, é, pois, economicamente utilizada para atividades ligadas a pecuária extensiva, isto, acrescido, da intensa exploração pedológica, geomorfológica torna a área suscetível ao desequilíbrio, como destaca a **TABELA 1**.

A partir da **TABELA 1** pode-se verificar a quantidade de voçorocas presente nessa bacia e onde estão localizadas, sendo possível perceber que a maioria está presente em declividade forte ondulada, estando todas em áreas de pastagem e em encostas com canal fluvial perene. Esses dados

FIGURA 3 Mapa de susceptibilidade erosiva da sub-bacia Jaurucu

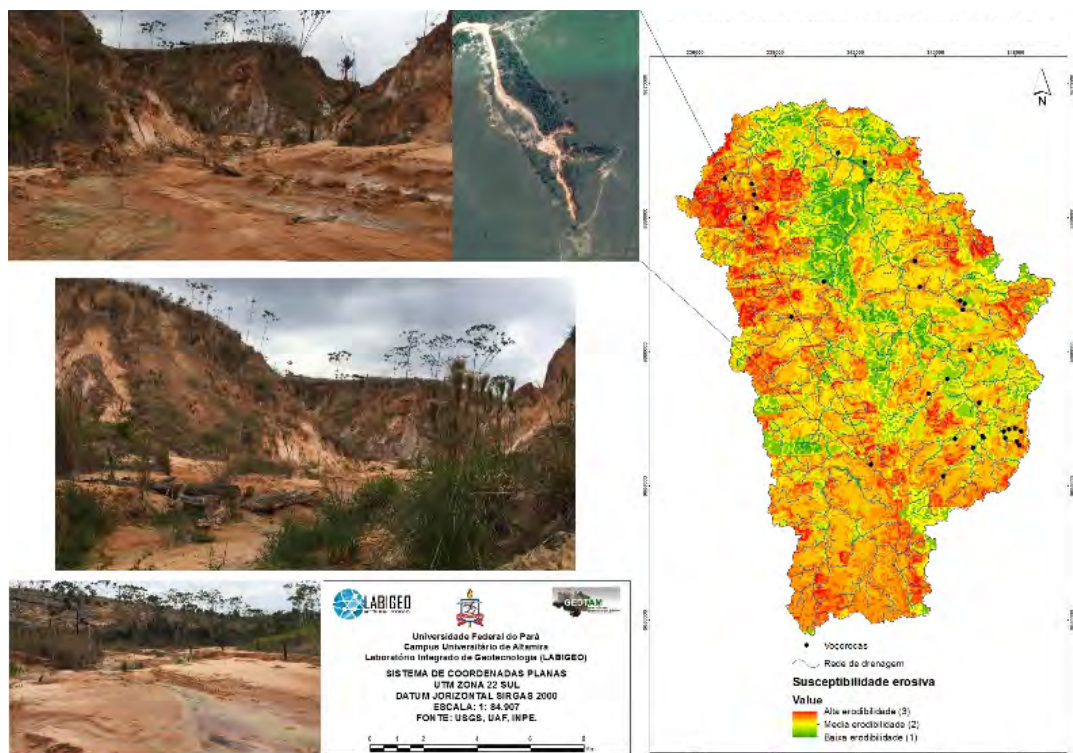


TABELA 1 Síntese da susceptibilidade erosiva na sub-bacia do Jaurucu
FONTE: PESQUISA DE CAMPO, 2017

Voçorocas	Hipsometria	Uso do solo	Pedologia	Canal fluvial
3	58 ---- 73	Pastagem	Latossolo Amarelo distrófico	Sim
5	73 ---- 88			
14	88 ---- 103			
8	103 ---- 118			
2	118 ---- 122			
Declividade				
4	Ondulado			
28	Forte Ondulado			
Susceptibilidade erosiva				
28		Alta		
3		Média		
1		Baixa		

demonstram a relação e a interdependência entre os componentes da paisagem, a desestabilidade por meio da gênese e desenvolvimento de voçorocas, das quais mais de 80 % estão em área de alta susceptibilidade erosiva.

Por efeito, a interação dos elementos componentes da paisagem, sua desestabilização especialmente em terrenos como maiores altitudes e declividades podem acabar afogando as partes baixas dos relevos (FIGURA 4), bases de vertentes (Tricart, 1977).

A ação do homem sobre a paisagem, na exploração do recurso madeireiro, mineral, agrícola e pastoril na bacia, fez dessa um espaço extremamente antropizado, não estando adequado as determinações da lei das águas (Lei nº 9.433/97), onde a bacia hidrográfica é uma unidade territorial para a implantação da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Brasil, 1997), que tem como objetivo assegurar uso racional e compartilhado dos recursos hídricos, basilado na dessedentação animal e disponibilidade de água para as gerações futuras. Sendo áreas ecologicamente frágeis, a sub-bacia do Jaurucu está encaixada em um conjunto de vertentes

que nos permite compreender a grande quantidade de voçorocas na bacia, totalizando 32 (trinta e duas). Marcando vertentes do sistema formador de drenagem de grandes rios, elas deveriam ser preservadas ou exploradas com um baixo impacto ambiental, conforme Comitê de Bacia Hidrográfica (Brasil, 1997), para não contribuir em processos erosivos em áreas naturalmente vulneráveis, como a sub-bacia do Jaurucu (FIGURA 4).

A voçoroca em questão, conforme FIGURA 4, possui mais de 300 m de comprimento e mais de 40 m de profundidade, sendo área de alta susceptibilidade erosiva. Seu desenvolvimento está associado à declividade do terreno, a ortometria local, ao solo e aos usos. Nesta voçoroca há intenso soterramento de nascentes pela diluição de horizontes carbonáceos, movimentos mecânicos de solos arenosos e argilosos, como verifica-se nas FIGURAS 3 e 4. Em pesquisa de campo foram encontradas mais de 10 nascentes na morfologia em anfiteatro (Ab’Saber, 2003), em declividade forte ondulado, isto acaba contribuindo para o soterrando de nascentes, prejudicando o curso fluvial e a bacia como um todo.

FIGURA 4 Imagem da Voçoroca com mais de 300 m. Fonte: arquivo pessoal (2018)



4. Conclusões

O surgimento das voçorocas dentro da sub-bacia Jaurucu decorre de conjunto de fatores, relacionados a desestabilidade do geossistema manifestado na paisagem. As voçorocas evidenciam a susceptibilidade erosiva na bacia e apresentam-se nas áreas de alta susceptibilidade.

O uso inadequado da sub-bacia tem por consequências desestabilidade energética, representada na suscetibilidade, bem como no desenvolvimento de voçorocas. No geossistema o soterramento de nascentes e assoreamento de canais fluviais são manifestações paisagísticas relacionadas a intensa antropização local. Por efeito, a susceptibilidade erosiva decorre de fatores naturais, entretanto, são os usos praticados pelas atividades econômicas

que promovem maiores alterações no fluxo de energia e matéria, neste sentido, a susceptibilidade erosiva resulta da combinação de fatores naturais e antrópicos.

Na sub-bacia do Jaurucu, a pecuária extensiva é responsável pela formação das voçorocas, sua existência determina processos ainda mais complexos, tais como assoreamento de canais fluviais e soterramento de nascentes. Estes por sua vez têm potencial para transformar toda bacia do Jaurucu, impactando o regime fluvial e a biota.

5. Nota

Projeto de pesquisa financiado pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA).

5. Referências citadas

- AB'SABER, A. 2003. *Domínios de natureza no Brasil: potenciais paisagísticos*. Ateliê Editorial. São Paulo, Brasil.
- BERTALANFFY, L. V. 2010. *Teoria Geral dos Sistemas: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. Vozes (5. ed.). Petrópolis, Brasil.
- BRASIL. 1997. *Política Nacional de Recursos Hídricos*. Lei das Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. [Consulta: outubro, 2017].
- BRASIL. 2012. *Código Florestal*. Lei nº.12.651, 25 de maio de 2012. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/. [Consulta: dezembro, 2017]
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia*. Edgard Blücher (2ª ed.). São Paulo, Brasil.
- DE PAULA, E. M.; SILVA, E. V. da e A. GORAYEB. 2014. "Percepção ambiental e dinâmica geoecológica: premissas para o planejamento e gestão ambiental". *Soc. & Nat.*, 26(3): 511-518.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Súmula da 10. *Reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro, Brasil.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (2ª ed). Rio de Janeiro, Brasil.
- HERRERA, J. A.; PRAGANA MOREIRA, R. e T. S. LIMA BEZERRA. 2016. "A Amazônia: expansão do capital e apropriação dos recursos naturais". *G&DR*, 12(2): 208-227.
- MIRANDA NETO, J. Q. 2016. *Os nexos de re-estruturação da cidade e da rede urbana: o papel da Usina Belo Monte nas transformações espaciais de Altamira-PA e em sua região de influência*. Faculdade de Ciência e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. Tese de doutorado.
- TRICART, J. 1977. *Ecodinâmica*. IBGE. Diretoria Técnica, SUPREN. Rio de Janeiro, Brasil.
- RODRÍGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. da e R. S. VICENS. 2015. "O legado de Sochava". *GEOgraphia*, 17(33): 225-233.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da e A. P. BRITO CAVALCANTI. 2017. *Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. (4. ed) Edições UFC. Fortaleza, Brasil.
- ROSS, J. L. S. 1993. "Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados". Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>. [Consulta: novembro, 2017].

Method for vertical accuracy

assessment of digital elevation models derived from remote sensing data

Metodología para evaluación de la exactitud
posicional vertical de los modelos digitales
de elevación derivados de sensores remotos

Salomón Ramírez¹

Carolina Espejo¹

Mauricio Ramírez¹

Alexander Páez¹

Dustin Gómez²

¹ Instituto Geográfico 'Agustín Codazzi', Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica [CIAF]) / Subdirección de Geografía y Cartografía Grupos de trabajo: Percepción Remota y Aplicaciones Geográficas; Generación de Datos Espaciales.

² Universidad Agustiniana, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Programa de Administración de Empresas. Bogotá, Colombia

salomon.einstein@gmail.com; carolina.espejo@igac.gov.co; hmramirez@igac.gov.co;
a_paez@igac.gov.co; dustin.gomez@uniagustiniana.edu.co

Abstract

The objective of the present study was to propose a method for evaluating the vertical accuracy of digital elevation models (DEMs), which is applicable to the quality control process in the production line of the Sub-Directorate of Geography and Cartography of the Agustín Codazzi Geographic Institute (Subdirección de Geografía y Cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]), which also fulfills the institutional quality objectives. The proposed method outlines the steps for the following: 1) the definition of acceptance levels based on an uncertainty analysis of the sources of error inherent to DEMs; 2) the determination of the sampling design (method and size) as a function of the terrain characteristics (slope and cover); and 3) the assessment of the vertical accuracy based on different statistical measures for quantifying the error. The effectiveness of the method was tested through its application to a DEM data set generated by the Sub- Directorate of Geography and Cartography of IGAC.

KEY WORDS: vertical accuracy assessment; digital terrain model; digital elevation model.

Resumen

El objetivo del trabajo fue obtener una metodología para evaluar la exactitud posicional vertical de los modelos digitales de elevación, aplicable en el proceso de control de calidad, en la línea productiva de la Subdirección de Geografía y Cartografía del Instituto Geográfico 'Agustín Codazzi' (IGAC), dando cumplimiento así a los objetivos de calidad institucionales. La metodología propuesta comprende: 1) la definición de niveles de aceptación, a partir del análisis de incertidumbre de las fuentes de error inherentes al DEM; 2) la determinación del diseño muestral (método y tamaño), en función de las características del terreno (pendiente y cobertura), y 3) la evaluación de la exactitud vertical, a partir de diferentes medidas estadísticas para cuantificar el error. La efectividad de la metodología fue evaluada mediante su aplicación a un conjunto de datos de DEM generados por la Subdirección de Geografía y Cartografía del IGAC.

PALABRAS CLAVE: evaluación de exactitud vertical; modelo digital del terreno; modelo digital de elevación.

1. Introduction

Digital elevation models (DEMs) continuously and quantitatively represent the elevation of the Earth's surface and contain positional data on the horizontal (x), vertical (y), and elevational (z) axes of a Cartesian plane, which can be used to generate contour lines and topographic profiles, among other map products (Rui *et al.*, 2016).

The objective of the present study was to design a method for assessing the vertical accuracy of DEMs generated by the Agustín Codazzi Geographic Institute (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]) in fulfillment of the objectives of producing, providing, and disseminating information and knowledge in matters of cartography, agrology, land registries, geography, and geospatial technologies and to standardize the management of such data in support of comprehensive planning and development processes in Colombia. The study was led by the Internal Working Group (Grupo Interno de Trabajo [GIT]) of the Remote Sensing and Geographic Applications Branches under the coordination of engineers Mauricio Ramírez Daza of the Center for Research and Development of Geographic Information (Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica [CIAF]) and Alexander Páez Lancheros of the Sub-Directorate of Geography and Cartography (Subdirección de Geografía y Cartografía) of IGAC, Bogota, Colombia.

The results describe the proposal of a method for assessing the vertical accuracy of DEM data sets and outline the procedures for applying this method. In particular, the proposed method supports the establishment of applicable quality measures with respect to institutional quality objectives and the technical and the technical specifications of DEMs generated by the Instituto de Geografía 'Agustín Codazzi' (IGAC).

2. Materials and methods

2.1 Study area

The study area is located in the municipality of Santiago de Cali in the department of Valle del Cauca (Colombia) and has an area of 20089.10 ha, an elevation of 955 masl, and an average temperature of 23 °C. It contains mountainous, undulating, and flat terrain and encompasses the cliffs of Cali, whose diversity of ecosystems is reflected in the wide variety of climates, with temperatures that range from 25 °C in the piedmont to 5 °C in the paramos and elevations from 200 to 4.100 masl (FIGURE 1), (Ministerio de Ambiente & Desarrollo Sostenible, 2015).

Several land cover types are present in the area, including pastures, crops, and natural areas (vegetation or forest remnants). The main productive activities are agriculture (sugarcane crops), livestock ranching, commerce, industry (paper, plastic, textile, charcoal, agricultural and industrial machinery and medicine) and transport (Murgueitio & González-Cabo, 2015).

2.2 Definition of image types

During the testing stage, several inputs were used. First, a land cover layer of Colombia based on the Corine land cover method for the 2007–2010 period, which was interpreted from satellite images from the year 2007 (Path Row 9-58), was obtained. In addition, a reinterpretation of the cover of urban areas, cropland, and pastures was performed using orthophotos of the cliffs and of Cali. The aerial photos over the cliffs were taken using a Vexcel Ultracam-D sensor at a 1:5.000 scale on 11 August 2010 and had a coverage of 23604.52 ha. The flights for the orthophoto mosaic of Cali were performed during the months of March, April and July 2009, covering an area of 39.252 ha.

In addition, two DEMs derived from radar interferometry and photogrammetry were used. The first DEM was generated using a GeoSAR sensor.

FIGURE 1 Location of the study area.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS USING DATA FROM IGAC



The data are expressed in the Cartesian coordinate system, origin San Antonio, and are based on the reference framework of the Former National Geodesic Network (Antigua Red Geodésica Nacional [Arenal]), a Cartesian system of local origin used for cartography at scales of 1:5.000 or smaller.

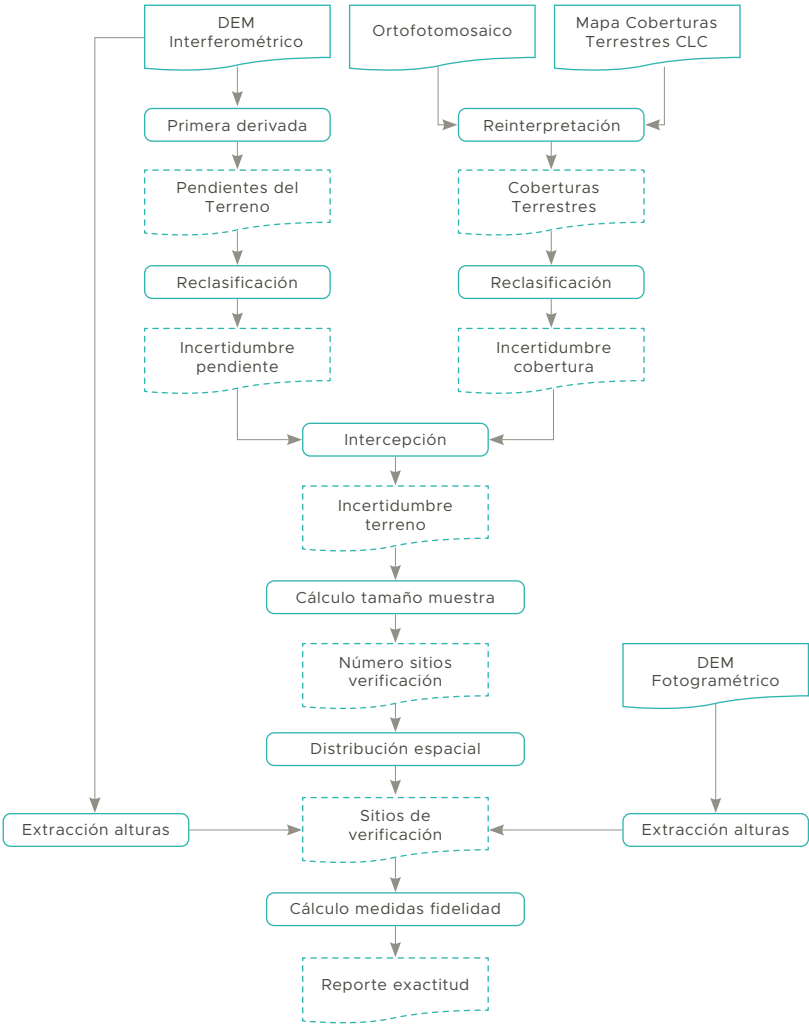
3. Methods

The present assessment method of the vertical accuracy of the DEMs for the implementation of quality control processes within the production line of the Sub-Directorate of Geography and Cartography of IGAC is based on a subset of fundamental principles for evaluating the quality of the geographic information, which is generally known as best practices (FIGURE 2).

Best practice recommendations comprise three fundamental aspects: sampling design, response design, and analysis of the results. The main best practice recommendations for evaluating the

positional accuracy of the DEMs are as follows: 1) define the level and method of inspection according to the characteristics and objectives of the DEM to be evaluated; 2) identify uncertainties associated with the terrain; 3) access sources of greater accuracy; 4) select the type of sampling; 5) determine the sample size; 6) implement a probabilistic sample design that allows the main objectives of the quality assessment to be achieved and that additionally responds to practical limitations related to, for example, the cost and availability of reference data; 7) implement a response design protocol based on spatially and temporally representative sources of reference data to validate each sampling unit (the values of the control points are considered to be *true* values, which means that they are measured without error, with respect to the values of the DEM to be evaluated); and 8) implement a coherent analysis with a sampling plan and response design protocols (Iwahashi *et al.*, 2018).

FIGURE 2 Diagram of the methodological design.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA



3.1 Definition of the level and method of inspection

First, it is necessary to establish the most appropriate level and method of inspection for evaluating the vertical accuracy of the DEMs. The International Organization for Standardization (ISO) defines, in norm 19114 of 2009 and with respect to ‘Quality Assessment Procedures’, that the quality control of geographic information guarantees the appropriate

use of geographic data in certain applications (Instituto Geográfico Nacional, 2017). In the case of Colombia, the technical Colombian norm NTC 5660 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec, 2010), in reference to ‘Quality Assessment: Processes and Measures’ (Evaluación de la calidad. Procesos y medidas) outlines the possibility of performing such an assessment using either a direct or indirect method.

In the direct method, the quality of a particular data set is evaluated through comparison with internal or external reference information. In the direct internal method, the reference data form part of the evaluated data set, whereas in the direct external method, reference data that are external but related to the data set are used in the comparison. To determine the appropriate inspection level for evaluating the accuracy of a DEM, the following points should be considered:

The extension of the geographic area and scale of the DEM should be accounted for because the demands of the analysis could differ on this basis.

The unit that best defines the characteristics and objectives of the DEM to be evaluated (geographic area, tile, series, lot, and so on) should be defined and considered in the quality control analysis.

A complete inspection is recommended only for a small DEM, given the high cost.

A partial inspection is appropriate for DEMs that were produced under high quality standards.

The data of the DEMs should be grouped for easy identification; additionally, it is necessary to determine whether a particular DEM is to be evaluated in an isolated manner or whether it forms part of a continuous data set.

If the project budget and conditions of the study area are suitable, then a direct external method should be employed, and a total inspection should be conducted.

In cases where the DEMs cannot be evaluated by means of a direct external method, a direct internal method should be used.

The indirect method is recommended only if the secondary sources to be used in the assessment of the DEM are of greater quality.

The results obtained after performing the inspection will lead to the rejection or acceptance of the evaluated DEM; rejected DEMs should be corrected and newly inspected to guarantee their quality.

3.2 Identification of uncertainties associated with the terrain

In DEM assessments, a data source of greater accuracy should be used to validate the model, although the level of uncertainty of many sources is often not stated (Ariza, 2013). In addition, many studies have shown that the accuracy of DEMs varies with the terrain and cover type (Bater & Coops, 2009).

The level of uncertainty in the DEMs can also be associated with the type of technology used for data acquisition. For example, with LIDAR technology, the presence of dense vegetation associated with forests can be defined (TABLE 1); however, in areas of dense vegetation, pulses emitted from LIDAR sensors can be blocked from reaching the ground. This consideration is a decisive factor that affects the uncertainty of the DEMs. Kraus & Pfeifer (2001) confirm that fewer than 25% of LIDAR points penetrate forested areas. Additionally, an increase in the rugosity and slope of the terrain decreases the elevational accuracy by 0.5 to 1 m for a flight at a height of 1000 m (Estornell, 2011). Consequently, the accuracy and uncertainty are related, and it is important to conduct an uncertainty analysis that considers all sources of variability that could affect the results (Maroto *et al.*, 2000).

According to table 1, some land covers have a higher degree of uncertainty than others, which can affect the results of the DEM accuracy assessments. In this regard, when performing uncertainty analysis, category 6 forests are important to identify. Data collection for this cover type is more difficult because of the different heights of the individual trees and the varying cover density and/or size of the tree canopies, among other factors, which complicates the generation of reliable data. These problems occur for all types of remote sensors.

TABLE 2 shows that it is difficult to perform an optimal assessment of uncertainty of DEMs for

TABLE 1 Classification of land cover according to the Corine land cover method adapted to Colombia for the identification of uncertainty in DEMs.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Classification	Cover characteristics: Corin codes	Uncertainty
1. Artificial terrain	111, 112, 121, 122, 123, 124, 125, 131, 132, 141, and 142	Low
2. Temporary crops	211, 212, 213, 214, and 215	Low
3. Permanent crops	221, 222, 223, 224, and 225	Low
4. Pasture/grasslands	231, 232, and 233	Low
5. Heterogeneous agricultural areas	241, 242, 243, 244, and 245	Medium
6. Forests	311, 312, 313, 314, and 315	High
7. Areas with herbaceous and/or shrub vegetation	3211, 3212, 3221, 3222, and 323	Medium
8. Open areas with little or no vegetation	331, 332, 333, 334, and 335	Low
9. Wetlands	411, 412, 413, 421, 422, and 423	High
10. Open water	511, 512, 513, 514, 521, 522, and 523	High

TABLE 2 Landforms and slope gradient: Classification of IGAC for the identification of uncertainty in DEMs.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Simple forms	Complex forms	Slope gradient (%)	Symbols	Uncertainty
Nearly level	None	< 3	a	Low
Gently inclined	Undulating	3–7	b	Low
Moderately inclined	Rolling or slightly dissected	7–12	c	Medium
Strongly inclined	Strongly rolling or moderately dissected	12–25	d	Medium
Slightly steep	Strongly dissected	25–50	e	High
Moderately steep	Moderately ridged	50–75	f	High
Very steep	Strongly ridged	> 75	g	High

some gradients. Some terrains should be omitted by default because of their difficult accessibility, as these terrains are problematic for both remote sensors and field work. In these cases, it is recommended that sites with slopes with steep gradients of 25–50% (symbol e), 50–75% (symbol f), and > 75% (symbol g), which correspond to slightly steep to strongly ridged, be excluded or assigned the maximum uncertainty during the assessment.

In **TABLE 3**, an approach for qualitatively scoring the uncertainty associated with terrains of different slopes and land covers is presented.

The uncertainty is categorically scored as high, medium, and low; the latter category presents the most favorable conditions for the DEM assessment.

3.3 Access to sources of higher accuracy

The technical Colombian norm NTC 5205, ‘Precision of Spatial Data’ (Precisión de datos espaciales), (Icontec, 2003) indicates that to estimate the accuracy of digital geospatial data sets, a source of data that is independent and separate from the data used in aerotriangulation or that is generated

TABLE 3 Uncertainty associated with terrains of different slopes and cover types.

SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Land Cover	Slope	Terrain
High	High	High
Medium	High	High
Low	High	High
High	Medium	High
Medium	Medium	Medium
Low	Medium	Medium
High	Low	High
Medium	Low	Medium
Low	Low	Low

by other procedures of greater accuracy should be used. The utilized data source should also be accessible and viable for evaluating the quality of the data set in question.

In evaluating the accuracy of the DEMs, researchers have mainly relied on three sources of data to obtain the reference elevation data: **1)** DEMs of higher accuracy obtained from LIDAR, radar, and photogrammetric technologies; **2)** digitized contour lines and rapid data collection techniques that satisfy the quality requirements of the product (Vílchez, 2000); and **3)** ground control points (GCPs) established by a differential global positioning system (DGPS) and high-precision topographic surveys. The reference data in the quality assessment of cartographic products are better known as ‘sources of higher accuracy’.

To adequately determine the most reliable sources for the accuracy assessment of a DEM, the following points should be considered:

The reference data used to conduct the assessment of a DEM should be, at a minimum, three times more accurate, and the data quality should be confirmed beyond a reasonable doubt.

The costs and errors should be known a priori in addition to the confidence level associated with the data sources of high accuracy.

The distribution of the check points should preferably be random for each stratum to guarantee data independence.

The source of higher accuracy should cover 100 % of the DEM to be evaluated; in contrast, it is necessary to indicate the coverage of the source of higher accuracy.

The distinct components (temporality, attributes, and so on) of the more accurate source to be used in the accuracy assessment of a DEM should be known.

The sources of greater accuracy should be unrelated and external to the processes (different technologies, working groups, and so on) of the DEM to be evaluated.

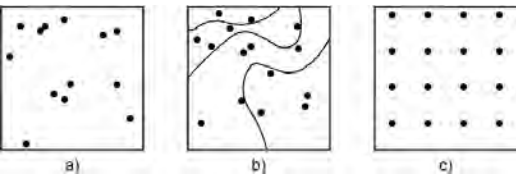
3.4 Selection of the type of sampling

The type of sampling depends on the selection of the spatial units that form the basis of the accuracy assessment. The main recommendation is to use a probabilistic sample design, which is defined in terms of the probabilities of inclusion or, in other words, the probability that a given unit is included within the sample (Stehman, 2000). Several types of probabilistic designs are commonly applied during the accuracy assessments (FIGURE 3).

Specifically, the most common sampling methods applicable to the quality assessments of geographic information according to NTC 5660 (Icontec, 2010) are random, stratified Random, and systematic sampling (Wickham *et al.*, 2010).

FIGURE 3 Schemes for a) random, b) stratified random, and c) systematic sampling.

SOURCE: NTC 5660 (ICONTEC, 2010) AND ARIZA (2013)



Similarly, the selection of the type of sampling design should be based on the availability of information (Ariza, 2013). In the case of heterogeneous, mutually exclusive regions or nonoverlapping regions that do not cover an entire population, such as, for example, regions derived from an uncertainty analysis of the terrain, the use of stratified sampling is recommended.

3.5 Determination of the sample size

After defining the strata, the sample that is finally converted into a fixed characteristic of the design is selected. The analysis depends on the weight estimate that is associated with each sampling unit, which is determined by the sampling design. The impact of the strata selection is also reflected in the standard errors of the estimates (Wickham *et al.*, 2010).

The technical Colombian norm NTC 5660 (Icontec, 2010), 'Quality Assessment: Process, and Measurements' (Evaluación de la calidad. Proceso y medidas) establishes that the sample size should be proportional to the population size. In addition, in uncertainty analysis, a division of the terrain in subregions (strata) of uncertainty is generated, and thus, the sample size should be determined as a function of the uncertainty of each stratum. The following formula proposed by Cochran (1977) can be used to calculate the sample for a stratified random sampling (equation 1):

$$n = \left[\frac{\sum W_i S_i}{S} \right]^2 \quad (1)$$

where n is the sample size, W_i is the proportion of the area that belongs to subregion i (where $W_i = A_{R,i} \div A_{tot}$, $A_{R,i}$ is the area of subregion i , A_{tot} is the total area of the region evaluated in the DEM), S_i is the standard deviation of subregion i , where $S_i = \sqrt{P_i Q_i}$ and $Q_i = (1 - P_i)$ is the expected probability of accepting an elevation of high accuracy, and P_i is the probability of accepting an elevation of low accuracy. For example, subregions of high accu-

racy would have a P_i that is close to or equal to 0.5, whereas subregions of low accuracy would have a P_i that is close to 1 while considering, the permissible standard error of the general vertical accuracy of the DEM, which is 0.25 times greater than the basic interval required for contour lines according to Resolution 64 of IGAC in 1994 (IGAC, 1994).

A sufficiently large sample is necessary to have a small standard error in the accuracy estimation of each stratum at a 95% confidence level. As a general rule, a minimum of 20 points is required; these should be distributed to reflect the geographic area of interest and the error distribution of the data according to NTC5205 (Icontec, 2003). In this regard, the distribution of the entire sample should be proportional to the area of each subregion provided that a sample of more than 20 points corresponds with each subregion. In the case that one subregion does not comply with this condition, it is recommended that 20 points be assigned to the subregion and that the remainder of the sample be proportionally distributed among the other strata as a function of its area.

The justification of this suggestion is that, in general, the accuracy is a primary objective that can be controlled by performing accuracy estimates to guide the allocation of the sampling effort. However, one disadvantage is that the selection of a design solely based on accuracy estimates can be detrimental for estimates of global accuracy. Finally, the definition of strata can be necessary when the number of strata are limited; in this case, accuracy estimates should be obtained as estimates per subpopulation or stratum (Stehman, 2000).

3.6 Spatial distribution of the sample

In the Report to CT-148 of AENOR (Informe al CT-148 de AENOR), which was conducted by Ariza & Atkinson (2006), the authors highlight that the distribution of control points can limit the sampling. Under ideal conditions when the area to

be evaluated is homogeneous, a well-distributed random sampling can be considered. With respect to the sample distribution, the following should be considered:

Only one point should be located per pixel, and the minimum separation distance between points should be greater than the diagonal pixel size of the evaluated DEM. Similarly, for DEMs that use a floating marker for the accuracy assessments, the experience and visual sensitivity of the photogrammetrist should be accounted for, because this aspect will determine whether the floating marker is above or below the model surface and will influence the accuracy.

The check points should be separated by a sufficient distance to minimize the effect of the spatial autocorrelation given that, in contrast, the sample independence cannot be assumed (Congalton & Green, 2008).

3.7 Reliability and validity measures

The validation of the vertical accuracy of the DEMs has been considered in several studies; however, there is a lack of clarity with respect to the errors that are presented (Guo-an *et al.*, 2001). In effect, researchers have used different statistics to validate the quality of the obtained models. According to Quesada & Marsik (2012), the reliability and accuracy of the results of a DEM are linked with the inherent errors of the DEM; in other words, in general, errors are linked to the original data and processes used to generate the DEMs. For this reason, DEMs are validated while considering DEMs of greater accuracy or by GCPs and floating markers, among other methods.

Different researchers have evaluated the accuracy of DEMs using methods of exploratory analysis, including the calculation of quantiles, minimum values, maximum values, histograms and confidence intervals, dispersion (standard deviation and covariance), estimators (root-mean-square

error, RMSE), mean arithmetic error, mean error (ME), mean absolute error, linear relationships (correlation coefficients), and comparison tests (Shapiro-Wilk).

In particular, the RMSE is a global measure that provides several advantages related to its ease of calculation and simplicity of use, and it is well-known. However, Droj (2008) recommends using other statistics, such as standard deviations, to verify the obtained error. In other research exercises, such as that developed by Hobi & Ginzler (2012), it is mentioned that it is common to find data extremes in data sets; accordingly, many data sets do not follow a normal distribution. Thus, these latter researchers suggest using robust statistics for data analysis. Similarly, Höhle & Höle (2009) recommend the use of robust statistics to determine the data accuracy, including those for evaluating data asymmetry or kurtosis.

4. Results

In the present study, the required inputs for the process of evaluating the vertical accuracy of the DEMs were identified, including data from articles, books, and open-access scientific databases as well as journals and books of the Center for Documentation (Centro de Documentación) of IGAC based on the expertise of professionals, working groups, and experts in the subject matter and on existing norms (ISO, NTC, and internal resolutions of the IGAC).

Initially, to evaluate the vertical accuracy of the DEMs generated from different remote sensors, the following inputs are required: data sets that correspond to the DEMs to be evaluated (generated from aerial photographs, radar images, and LIDAR cloud data) and reference elevation data sets.

In addition to the criteria identified for evaluating and quantifying the errors present in DEM data sets, three main steps were defined: First, the level

and inspection method must be defined. Second, the basis of the uncertainty analysis, such as the slope and cover, must be identified. Finally, the sample design must be determined.

Given these recommendations, a procedure based on a set of steps was established for evaluating the positional accuracy of the DEM data sets, which is described as follows: **1)** First, a sampling protocol that defines the inspection levels, or the detail at which the quality of the product will be evaluated, must be determined. An uncertainty analysis must then be conducted based on the parameters that characterize the measured values (Schmid & Lazos Martínez, 2000). The sampling design must be determined based on the samples subjected to the quality assessment of the data set. According to NTC 5660 (Icontec, 2010), 'Quality Assessment: Processes and Measurements' (Evaluación de la calidad. Procesos y medidas), this approach includes the selection of the sampling plan, the selection of the sampling method, and the determination of the sample size. **2)** In addition, a design protocol must be implemented based on sources of spatially and temporally representative reference data that can be used to validate each sample unit (control points should be considered to be *true*, which is to say measured without error with respect to the values of the evaluated DEM). **3)** Finally, a coherent analysis should be conducted based on the sampling plan and response design protocols.

In the current application of the proposed method, a stratified random sampling was selected. The data inputs utilized in the method are as follows: **1)** the DEM to be evaluated, which was obtained by radar interferometry from P-band data (85 cm wavelength) generated by a GeoSAR sensor at a spatial resolution of 5 m with a vertical accuracy of 5 to 10 m and orthometric heights referenced to the geoid EGM96; **2)** the reference DEMs obtained from photogrammetric processes with a spatial resolution of 5 m, a controlled accuracy of 1.5 m,

and orthometric heights referenced to the geoid Geocol 2004 (IGAC, 2004); **3)** the orthophoto mosaic of Cali at a scale of 1:5000 generated from aerial photographs taken in 2007 by a Vexcel Ultracam-D camera with a spatial resolution of 0.30 m and a spectral resolution of 3 bands; and **4)** the land cover layer of Colombia at a scale of 1:100000, obtained by the Corine land cover method for the 2007-2010 period based on Landsat 7 images taken in 2007.

Finally, a slope map and land cover map for 2005-2007 were generated. To each of these categories, a degree of uncertainty that corresponds to low, medium, or high was assigned (FIGURE 4).

Additionally, a layer was created for the recategorization of uncertainty to proceed according to the sample design. In the present case, a stratified random sampling was used, and 62 random points were defined (FIGURE 5).

Therefore, the input values at each point were summed, and the obtained statistical values are listed in TABLE 4.

In the same way, the results of the sampling design (TABLE 5) can be evidenced in the range of 90 % 95 % and 99 % reliability. Reflecting the consistency in each of the percentages. Equally in FIGURE 6 the sample design is reflected with the same percentages respectively.

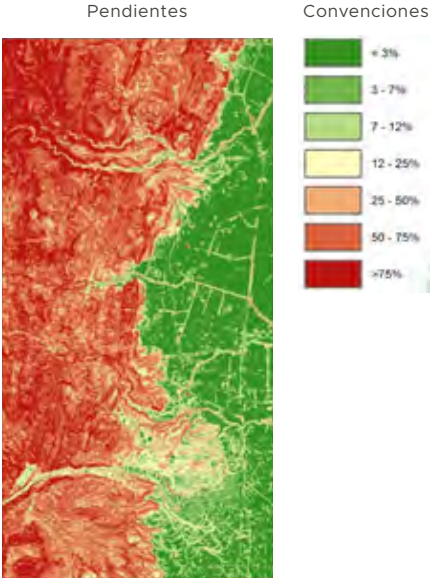
Correspondingly, quantification and error analysis were used the Mean, the Standard Deviation, the Mean Square Error, the Confidence Interval, the Coarse Error, the Percentile Range and the Percentile. Next, in FIGURE 7, the Standard Deviation, Mean Error and Quadratic Mean Error are taken first. Where the red darts show outstanding data.

Finally, TABLES 6, 7 and 8 individually reflect the descriptive statistics and those of accuracy at 95 % confidence.

First, the Global uncertainty, in which the red data show the asymmetries of the accuracy statisticians.

FIGURE 4 Uncertainty associated with distinct land covers and slopes.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Simple forms	Slope gradient (%)	Uncertainty
Nearly level	< 3	Low
Gently inclined	3–7	Low
Moderately inclined	7–12	Medium
Strongly inclined	12–25	Medium
Slightly steep	25–50	High
Moderately steep	50–75	High
Very steep	> 75	High



Classification	Uncertainty
1. Artificial terrain	Low
2. Temporary crops	Low
3. Permanent crops	Low
4. Pastures	Low
5. Heterogeneous agricultural areas	Low
6. Forests	Medium
7. Areas with herbaceous and/or shrub vegetation	Medium
8. Open areas with little or no vegetation	High
9. Wet areas	High
10. Water bodies	High

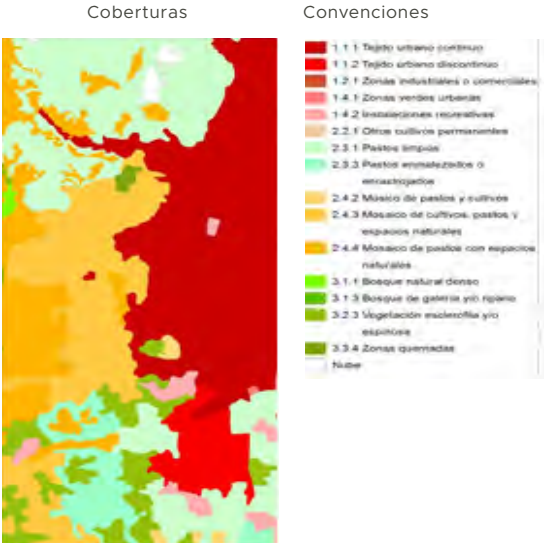
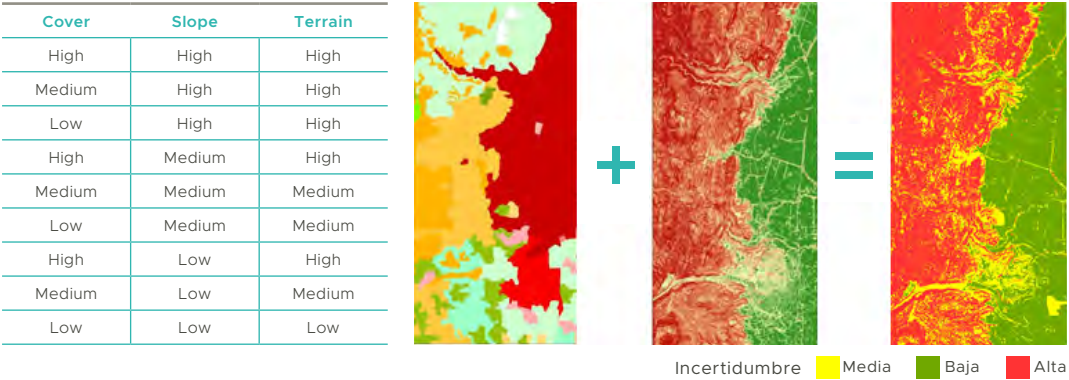


FIGURE 5 Final uncertainties for the study area.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA



	Area (ha)	wi	P	Q	Vi	Si	S	n	ni
High	9446	47%	70%	30%	0.21	46%	5%	62	29
Medium	4105	20%	80%	20%	0.16	40%			13
Low	6538	33%	90%	10%	0.09	30%			20
	20089	100%							62

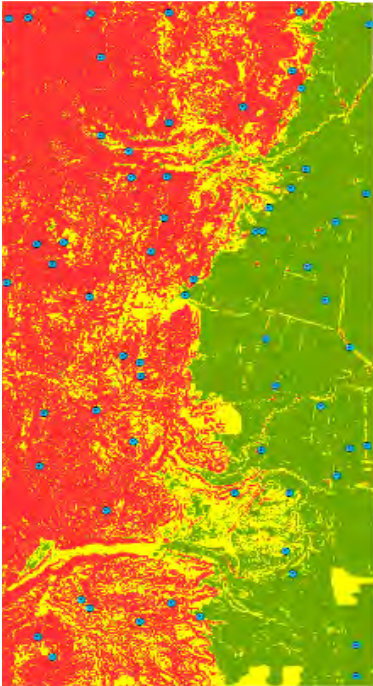


TABLE 4 Obtained statistics.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

	High	Medium	Low	Total
Sample	29	13	20	62
RMSE	4.30	3.18	2.61	3.59
Standard deviation	3.13	6.51	1.79	2.51
Mean	3.01	4.41	1.95	2.58
Confidence interval	8.14	15.09	4.89	6.70
Accuracy	7.05	5.21	4.29	5.88
Gross error	12.40	23.94	7.32	10.11

TABLE 5 Sample design.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

90 percent

ID	Uncertainty	Area (Ha)	wi	pi	qi	vi	si	s	n	ni	ni (aj)
1	Low	6537.91	0.33	0.85	0.15	0.13	0.36	0.10	20	7	20
2	Medium	4105.44	0.20	0.65	0.35	0.23	0.48			4	20
3	High	9445.69	0.47	0.50	0.50	0.25	0.50			9	20
Total		20,089.04	1.00	N/A						20	60

95 percent

ID	Uncertainty	Area (Ha)	wi	pi	qi	vi	si	s	n	ni	ni (aj)
1	Low	6537.91	0.33	0.85	0.15	0.13	0.36	0.05	81	26	26
2	Medium	4105.44	0.20	0.65	0.35	0.23	0.48			16	20
3	High	9445.69	0.47	0.50	0.50	0.25	0.50			38	38
Total		20,089.04	1.00	N/A						80	84

99 percent

ID	Uncertainty	Area (Ha)	wi	pi	qi	vi	si	s	n	ni	ni (aj)
1	Low	6537.91	0.33	0.85	0.15	0.13	0.36	0.01	2014	655	655
2	Medium	4105.44	0.20	0.65	0.35	0.23	0.48			412	412
3	High	9445.69	0.47	0.50	0.50	0.25	0.50			947	947
Total		20,089.04	1.00	N/A						2014	2014

TABLE 7 summarizes the Mean Square Error between the global uncertainty, Low, Medium and High and TABLE 8 with the summary of the Percentile Error that reflects the uncertainty e Global, Low, Medium and High.

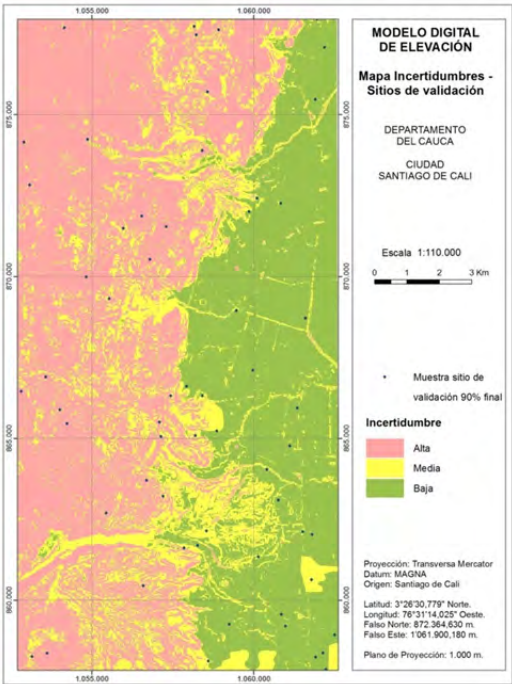
5. Conclusions

Digital terrain models (DTMs) contain several layers of information that represent distinct characteristics of the Earth’s surface and are derived from elevational data calculated in DEMs. In particular, the vertical accuracy of a DEM is important depending on its intended use. However, the accuracy

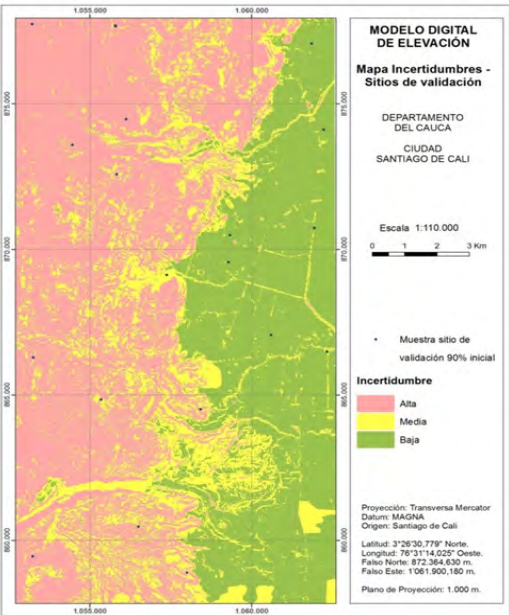
of the data sets used to elaborate such models are often unknown or not the same between data sets. Few studies have focused on the assessment of the error present in such models, and terrain analyses are often performed without quantifying the effects of the uncertainty. The method proposed herein is a new approach to the assessment of DEMs considering the geographic extension to be evaluated and the topographic characteristics. The experimental results obtained in the development and testing phases suggest that it is appropriate to quantify the error of the DEMs using stratified RMSE tests. In contrast, the global RMSE, which is widely used, can mask the accuracy

FIGURE 6 Sample Design.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

95 percent



90 percent



99 percent

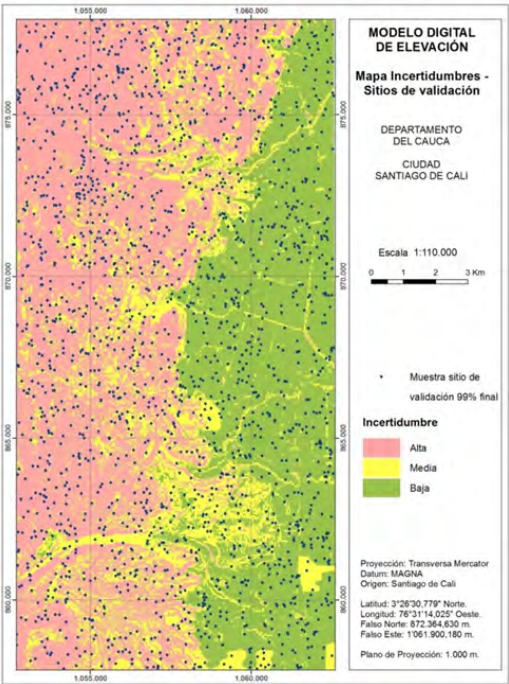


FIGURE 7 Quantification and error analysis

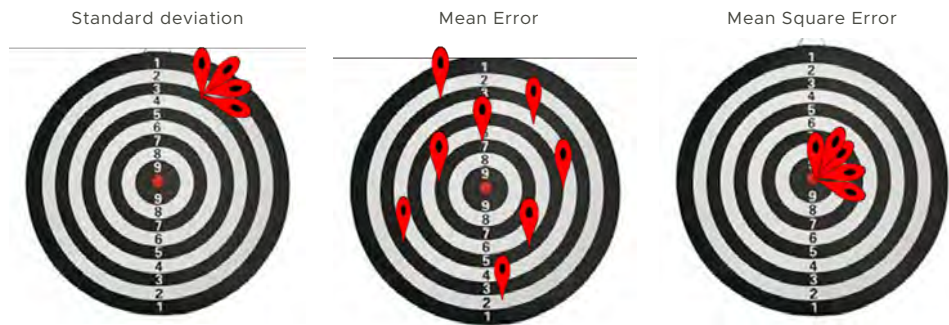


TABLE 6 Quantification and error analysis: Global Uncertainty at 95 %.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Descriptive Statisticians	Correlation	ASTER 2	STRM 3	STRM 4	Geosar X	Geosar P	Next Map W10	Next Map W30
Minimun	-3.31	-119.64	-25.24	-8.45	-3.01	-8.75	-19.88	-16.66
Maximun	17.29	77.67	45.77	23.86	21.83	16.21	25.48	27.56
Average	4.16	3.86	3.79	5.07	4.74	-0.05	3.08	5.08
Median	3.38	6.96	4.36	5.66	4.22	-0.34	3.20	5.13
Standard derivation	4.65	23.80	9.64	6.31	4.18	3.66	7.66	7.38
Median Deviation	3.25	8.25	3.87	3.17	2.31	1.67	4.77	3.53
Asimmetry	0.80	-1.57	1.01	0.22	1.53	1.32	0.14	0.11
Kurtosis	3.12	11.15	7.87	3.52	7.05	7.45	4.39	3.91
Coef. Var. Average (%)	111.73	617.02	254.57	124.50	88.20	-7604.08	248.60	145.30
Coef. Var. Median (%)	96.23	118.44	88.76	55.98	54.80	-260.83	148.76	68.77

Test Shapiro-Wilk								
Statiscal W	0.94	0.85	0.89	0.91	0.89	0.97	0.97	0.98
p-valor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.19	0.22

Accuracy Statisticians								
Absolute mean error	4.59	16.29	7.28	6.63	4.91	2.55	6.15	7.09
Standard deviation	4.22	17.69	7.33	4.62	3.98	2.62	5.45	5.45
Error standard	0.46	1.93	0.80	0.50	0.43	0.29	0.60	0.60
Error thick	17.25	69.36	29.27	20.51	16.84	10.40	22.52	23.45
Error half square	6.22	23.97	10.30	8.07	6.30	3.64	8.19	8.92
Confidence interval	5.35	19.46	8.60	7.46	5.62	3.02	7.13	8.07
Accuracy	10.23	39.43	16.94	13.27	10.36	5.99	13.47	14.68
Percentile 95	13.10	43.56	19.41	17.00	10.13	6.80	17.46	16.60

TABLE 7 Quantification and analysis of error: Summary mean square error.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Uncertainty	NC	Correlation	ASTER 2	STRM 3	STRM 4	Geosar X	Geosar P	Next Map W10	Next Map W30
Global	90	5.00	26.16	6.62	5.99	4.14	3.11	7.32	7.73
Global*	90	7.56	16.19	7.33	7.05	5.14	2.63	4.90	6.82
Global*	95	6.22	24.60	10.03	8.64	6.30	3.47	8.18	8.87
Global*	99	6.64	34.69	9.02	10.55	5.95	3.81	7.79	8.74
Low	90	6.76	36.76	6.00	5.11	4.08	2.00	5.71	5.90
Low*	90	7.60	14.10	5.09	5.45	4.32	2.65	5.88	5.13
Low*	95	7.13	15.63	6.31	6.68	6.79	3.78	4.12	5.86
Low*	99	5.81	22.07	5.99	1.00	4.31	2.07	5.28	5.57
Medium	90	4.92	18.97	3.82	3.74	3.81	3.03	5.17	3.37
Medium*	90	5.59	14.29	7.09	6.42	4.52	2.26	6.04	6.19
Medium*	95	5.85	25.95	6.56	6.84	5.11	2.72	7.73	6.67
Medium*	99	7.75	30.97	8.36	9.7	5.84	3.24	8.11	8.65
High	90	3.05	24.24	11.37	7.35	4.42	3.81	8.76	10.14
High*	90	5.92	19.60	9.05	8.85	6.69	3.18	7.48	8.70
High*	95	5.72	28.66	13.13	10.48	6.52	3.60	9.70	11.27
High*	99	6.64	42.49	10.99	12.95	6.90	4.83	8.80	10.41

TABLE 8 Quantification and error analysis: Summary percentile error.
SOURCE: ELABORATED BY THE AUTHORS FROM IGAC DATA

Uncertainty	NC	Correlation	ASTER 2	STRM 3	STRM 4	Geosar X	Geosar P	Next Map W10	Next Map W30
Global	90	9.13	39.83	8.78	7.10	7.06	5.31	10.99	11.03
Global*	90	12.63	27.49	10.50	11.32	8.71	4.02	11.69	9.48
Global*	95	13.10	48.19	19.66	16.49	10.13	6.07	17.46	16.58
Global*	99	22.59	116.09	26.49	30.44	19.21	13.68	23.24	26.23
Low	90	10.19	63.13	7.80	6.66	6.01	2.62	7.80	8.10
Low*	90	12.64	22.78	8.45	8.45	7.45	3.53	8.18	7.53
Low*	95	14.1	21.39	9.37	10.28	9.32	5.77	7.14	9.02
Low*	99	19.05	75.43	16.75	15.96	11.94	6.51	14.57	14.84
Medium	90	7.37	26.58	5.48	5.63	5.57	4.19	6.09	4.26
Medium*	90	10.79	22.14	8.91	10.43	7.80	2.73	10.48	9.13
Medium*	95	12.53	47.39	12.09	12.09	8.75	5.21	12.99	14.15
Medium*	99	26.01	128.48	26.62	28.43	16.46	12.58	24.04	24.71
High	90	4.72	39.32	17.14	12.25	7.59	6.09	12.40	18.99
High*	90	9.58	28.99	14.49	15.00	9.88	5.50	12.36	14.38
High*	95	10.96	49.51	26.04	19.84	11.31	8.38	20.46	20.01
High*	99	23.10	184.27	31.34	38.82	22.60	16.53	24.73	30.03

of the data sets if atypical values or gross errors are present.

The analyses based on the reliability measures used during the development and testing phases of the present project are only valid if the errors present in the DEMs have a normal distribution. For this reason, it is necessary to verify whether or not the assumption of a normal data distribution is met.

The current methods for the assessment of DEMs are based on traditional statistics and assume hypotheses that are often not resolved or verified in practice. For example, it is often assumed that errors are normally distributed (or at least approximately normally distributed) or that the central limit theorem can be relied on to produce normally distributed estimates. Unfortunately, when atypical errors are present, the results by traditional methods are frequently of low quality.

Therefore, it is necessary to identify and exclude these types of errors in the calculations.

It is further recommended that the identification and exclusion of gross errors present in the DEMs be performed with respect to the median, as this method gives a robust measure of central tendency, rather than with respect to the mean, which is a traditional measure of central tendency that is influenced by the presence of extreme values.

To validate the proposed method, additional tests with other data sets should be performed to identify potential problems and perform any necessary adjustments.

Finally, it is important to provide continuity to the development of the present project and to incorporate other aspects not considered in this first stage of development of the proposed method, such as other types of uncertainty that were identified during the analysis.

6. References quoted

- ARIZA, F. y A. ATKINSON. 2006. *Informe al CT-148 de AENOR. Metodologías de control posicional: visión general y análisis crítico*. Universidad de Jaén. España. Disponible en: http://coello.ujaen.es/investigacion/web_giic/SubWeb_Giic_PNCPos/Ficheros_WebPNCpos/INFORME_AENOR_MCP_VisionGenral_ACritico.pdf.
- ARIZA, F. J. 2013. *Fundamentos de evaluación de la calidad de la información geográfica*. Universidad de Jaén. España.
- BATER, C. W. & N. C. COOPS. 2009. "Evaluating error associated with lidar-derived DEM interpolation". *Computers & Geosciences*, 35(2): 289-300.
- COCHRAN, W. G. 1977. *Sampling techniques* (3rd ed.). John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- CONGALTON, R. G. & K. GREEN. 2008. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. 2nd ed. CRC Press. Boca Ratón. Florida, USA.
- DROJ, G. 2008. "Improving the accuracy of digital terrain models". *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Series Informatica*, LIII(1): 65-72. Disponible en: <http://www.cs.ubbcluj.ro/~studia-i/2008-1/06-Droj.pdf>.
- GUO-AN, T.; STROBL, J.; JIAN-YA, G.; MU-DAN, Z. & C. ZHEN-JIANG. 2001. "Assessment on the accuracy of digital elevation models". *Journal of Geographical Sciences*, 11(2): 209-216. doi:10.1007/BF02888692.
- HOBİ, M. L. & C. GINZLER. 2012. "Accuracy assessment of digital surface models based on WorldView-2 and ADS80 stereo remote sensing data". *Sensors*, 12(5): 6347-6368. doi: 10.3390/s120506347.

- HÖHLE, J. & M. HÖHLE. 2009. "Accuracy assessment of digital elevation models by means of robust statistical methods". *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(4): 398-406. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2009.02.003.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). 2003. *NTC 5205: Precisión de datos espaciales* 2003. Icontec. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). 2010. *NTC 5660: Información geográfica. Evaluación de la calidad. Procesos y medidas*. Icontec. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Resolución No. 64 de 1994. Disponible en: http://www2.igac.gov.co/igac_web/UserFiles/File/normas%20regulatorias/RESOLUCION_64_de_1994.pdf.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). 2004. *GEOCOL 2004. (Modelo Geoidal de Colombia)*. Disponible en: <https://goo.gl/2bXfXD>.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 2017. *Interpretación de lo establecido en la Norma ISO 19114: Procedimientos para la evaluación de la calidad*. San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina.
- IWAHASHI, J.; KAMIYA, I.; MATSUOKA & D. YAMAZAKI. 2018. "Global terrain classification using 280 m DEMs: segmentation, clustering, and reclassification". *Progress in Earth and Planetary Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40645-017-0157-2>
- KRAUS, K. & N. PFEIFER. 2001. "Advanced DTM generation from Lidar data". *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 34(3/W4): 23-30. Disponible en: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXIV/3-W4/pdf/Kraus.pdf>.
- MAROTO, A.; BOQUÉ, R.; RIU, J. y F. X. RIUS. 2000. *Incertidumbre y precisión*. Tarragona, España: Universidad Rovira i Virgili. Disponible en: <http://www.quimica.urv.es/quimio/general/incert.pdf>.
- MINISTERIO DE AMBIENTE y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2015. *Plan de Acción Institucional (PAI). Informe de Gestión 2014, Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Informe-de-gestion-PNN-2014.pdf>.
- MURGUEITIO, M. y V. GONZÁLEZ-CABO. 2015. "El territorio y su relación con las ventajas comparativas y competitivas en el municipio de La Unión, Valle del Cauca, Colombia". *Entramado*, 11(2): 52-70 <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22201>.
- QUESADA, M. E. y M. MARSIK. 2012. "Uso de modelos de elevación digital como alternativa para mostrar errores en mapas topográficos". *Revista Geográfica de América Central*, 48(1): 77-93. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3999/3841>.
- SCHMID, W. A. y R. J. LAZOS MARTÍNEZ. 2000. *Guía para estimar la incertidumbre de la medición*. Centro Nacional de Metrología. México.
- STEHMAN, S. V. 2000. "Practical implications of design-based sampling inference for thematic map accuracy assessment". *Remote Sensing of Environment*, 4.257(99): 35-45. doi: 10.1016/S0034-4257(99)00090-5.
- RUI, X. P.; YU, X. T.; LU, J.; ASHRAF, M. A. & X. F. SONG. 2016. "An algorithm for generation of DEMs from contour lines considering geomorphic features". *Earth Sciences Research Journal*, 20(2): G1-G9. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/esrj.v20n2.55348>

- VÍLCHEZ, J. 2000. "Evaluación de la exactitud de modelos de elevación digital (MED) de malla regular generados a partir de curvas de nivel". *Revista Geográfica Venezolana*, 41(2): 239-256. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24536/2/articulo41-2-3.pdf>.
- WICKHAM, J. D.; STEHMAN, S. V.; FRY, J. A.; SMITH, J. H. & C. G. HOMER. 2010. "Thematic accuracy of the NLCD 2001 land cover for the conterminous United States". *Remote Sensing of Environment*, 114(6): 1.286-1.296. doi: 10.1016/j.rse.2010.01.018.

Avaliação GEOINT do índice de risco

para mortes de policiais em serviço
na cidade do Rio de Janeiro, Brasil

GEOINT evaluation of risk index for police deaths
in service in the Rio de Janeiro city, Brazil

Daniel de Oliveira Soares¹

Alex Mota dos Santos²

¹ Universidade Nova de Lisboa, Portugal,
Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

² Universidade Federal de Goiás, Brasil
ddosoares@gmail.com; alex.geotecnologias@gmail.com

Resumo

O Rio de Janeiro é uma das cidades com maiores índices de assassinatos de policiais em serviço no Brasil e isso teve relação com segregação espacial na cidade. Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo mapear zonas de risco de morte por assassinato de policiais na cidade do Rio de Janeiro. A metodologia envolveu os recursos da GEOINT (Geointeligência) para organização e combinação de dados e informações de diversas fontes para assegurar a indicação de áreas críticas à prática policial. Os resultados revelaram que a Zona Norte do Rio de Janeiro possui as maiores taxas de mortes de policiais em serviço, durante os últimos 10 anos e por uma diversidade de fatores econômicos e sociais, esses acontecimentos têm sido mais recorrentes.

PALAVRAS-CHAVE: geointeligência; policiais; modelagem; SIG.

Abstract

Rio de Janeiro is one of the cities with the highest rates of murders of police officers in service in Brazil and this is related to spatial segregation in the city. Thus, this work has the objective of mapping risk-of-death areas for murder of police officers in the city of Rio de Janeiro. Methodology involved the GEOINT (Geointelligence) resources for organizing and combining data and information from various sources to ensure the indication of areas critical to police practice. Results showed that the Northern Zone of Rio de Janeiro has the highest rates of police deaths in service during the last 10 years and due to a diversity of economic and social factors these events have been more recurrent.

KEY WORDS: geointelligence; polices; modeling; GIS.

1. Introdução

A *Geospatial Intelligence* (GEOINT), ou inteligência geoespacial, tem a capacidade de explorar fenômenos de ocorrências espaciais para análises de síntese, para tomada de decisão. Para Bacastow e Bellafiore (2009), GEOINT é definida como a exploração e análise de imagens e informações geoespaciais para descrever, avaliar e representar visualmente as características físicas georreferenciadas das atividades realizadas na terra.

A aplicação da GEOINT é recorrente no mundo, em que se destaca as análises em segurança pública (Farah, 2012; Silva, 2015). Assim, para Moresi *et al.* (2012: 40), “a análise de dados georreferenciadas permite a obtenção de informações úteis para a tomada de decisão por autoridades policiais”.

Além disso, para Santos Filho (2012), a GEOINT permite elaboração de mapas que podem ser utilizados no planejamento de operações e definição de áreas estratégicas para as forças de segurança.

Farah (2012) explica que os órgãos de inteligência existentes no país não possuem condições de promover a utilização de meios geoespaciais, de forma independente, para aquisição de dados. Nesse sentido, Silva (2015), afirma que ‘um dos fatores em jogo é a distância entre o debate, no Brasil, sobre políticas públicas, voltadas para a indústria de defesa e aquelas direcionadas à atividade de inteligência’. O autor refere ainda que a inteligência não ganhou espaço na agenda política brasileira.

Defende-se, portanto, que a lacunas identificadas, somadas a todos os problemas sociais e econômicos, vivenciados no país, potencializam o quadro caótico de violência. E nesse sentido, a partir dos números de homicídios divulgados pelo Ministério da Justiça em 2017, guardadas as devidas proporções, são os mesmos de países em guerra. Os maiores índices de assassinatos são entre homens, jovens e negros, contudo o crime não polpa outras idades e gêneros.

Apesar do cenário nacional, há de se considerar as diferenças entre regiões, estados e capitais (Souza e Lima, 2007). Desse modo, a cidade do Rio de Janeiro, considerada o cartão postal e a ‘vitrine’ do Brasil no exterior é um caso singular, não mais importante, mas que serve de parâmetro para um pensamento crítico sobre o tema no restante das outras grandes cidades brasileiras. Essa singularidade, na perspectiva de Minayo *et al.* (2007: 277), está relacionada “à própria dinâmica da criminalidade na capital onde há concentração da população do estado (40,2%) e de delitos (52,6%), o que difere de outras capitais e do país”.

Além disso, conforme Leite (2012), a criminalidade na cidade do Rio de Janeiro tem aspectos relacionados a sua própria dinâmica espacial e demográfica, porque é uma cidade com vários morros ocupados, de difícil acesso e com favelas com altas densidades populacionais. Isso favorece os criminosos que ali se instalam, pois ocupam e intimidam a população. Isso faz parte de uma das variáveis que dificulta o papel da segurança pública.

Portanto, é nesse cenário que se concentra a análise aqui apresentada, pois defende-se que violência urbana tem forte relação com segregação espacial na cidade do Rio de Janeiro. Isso ocorre porque as favelas são zonas carentes de ações do Estado, possuem vazios que são preenchidos por atividades criminosas. Com efeito, diversas comunidades são ocupadas por criminosos do narcotráfico ou milicianos (criminosos que fazem parte de serviços policiais), (Valladares, 2005). Além disso, a violência tem ligação com o tráfico internacional de drogas, em que o Rio de Janeiro se torna refém dessa atividade criminosa, que confronta o estado democrático de direito, a paz da sociedade civil e os níveis de qualidade de vida da população.

Nesse sentido, Lima *et al.* (2016: 50) afirmam que “avanços eventuais na gestão policial e reformas na legislação penal têm se revelado insuficientes para reduzir a incidência da violência urbana, numa forte

evidência da falta de coordenação e controle”. A insuficiência das políticas públicas de segurança pública gera impactos, dos quais, prejuízos à cidade, à sociedade e ao turismo (Agência Brasil, s/f). Nesse sentido, segundo dados da Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (CNC, 2017), o Rio de Janeiro perdeu em torno de 663 milhões e 551 reais em consequência da violência entre os meses de janeiro a agosto de 2017. Ainda, segundo o CNC (2017), a estimativa é que para cada aumento de 10% da criminalidade na cidade, as atividades relacionadas ao turismo recuam em torno de 1,8%. Soma-se a isso as inúmeras vidas ceifadas de forma extremamente violentas na cidade, principalmente dos mais pobres.

Nesta guerra, todos são vítimas, porque o crime se alastra na cidade, mas ganha contornos diferenciados nas favelas e civis e policiais são mortos diariamente. Nesse sentido, os policiais da cidade do Rio de Janeiro são tratados como categorias que atuam sob elevado risco e grande desvalorização salarial, vivendo sob extrema pressão e estresse que pode comprometer o rendimento profissional, inclusive por que muitos são cooptados pelo crime ou se dispõem a fazerem ‘justiça’ com as próprias mãos. Toda essa problemática é baseada no fato da criminalidade ser altamente dinâmica na cidade, onde verdadeiras guerras são travadas diariamente. Nessa guerra, muitos policiais são assassinados, estando em serviço ou não.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi verificar, a partir dos dados de mortes de policiais em serviço na cidade do Rio de Janeiro, período de 2007 a 2017, as zonas mais arriscadas para assassinatos de policiais em serviço na cidade. Em síntese, a metodologia envolve a classificação, levando em conta as variáveis de aproximação e frequência destes crimes nas favelas cariocas, com modelagem de dados multicritério, metodologia de GEOINT (Geointeligência), implementas num Sistema de Informação Geográfica (SIG).

2. Aspectos geoespaciais do problema

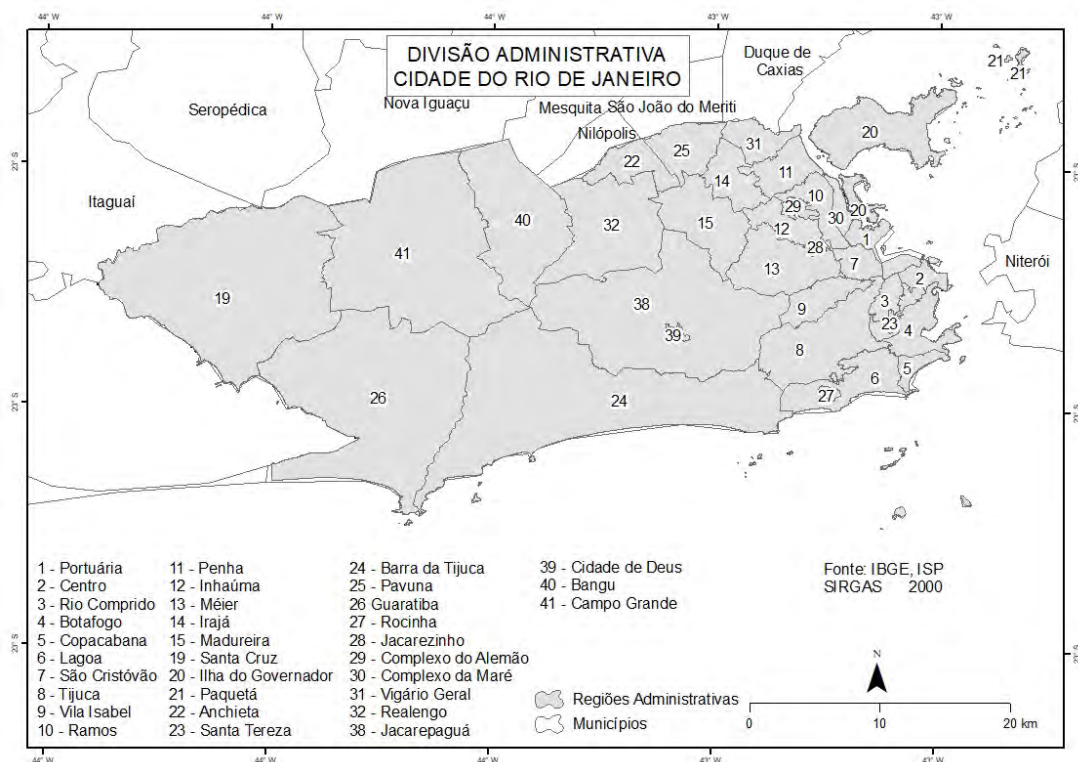
Os índices de violência contra e cometidos por policiais na cidade do Rio de Janeiro (FIGURA 1) são os maiores do país.

Esse cenário revela uma guerra das forças policiais e contra as forças policiais na cidade. Numa pesquisa realizada pela organização internacional Human Rights Watch, os próprios policiais consultados explicam que ‘execuções extrajudiciais cometidas por colegas aumentam ainda mais o risco de uma profissão que já é perigosa por natureza’ (HRW, 2016). Ainda, segundo a pesquisa, [...] um dos motivos para isso, citado pelos entrevistados, é que os criminosos ficam menos dispostos a se renderem pacificamente à polícia quando são encurralados, se acreditam que serão executados ao se renderem ou assim que estiverem sob custódia policial. Tanto os membros das facções criminosas quanto os policiais passam a acreditar que se trata de uma situação de ‘matar ou ser morto’, segundo explica o policial Danilo: “*Traficante sabe que, se for preso, não vai ser respeitado, então ele não respeita. Ele vai matar, com crueldade*” (HRW, 2016: 81).

Essa não é a única explicação possível para o cenário contemporâneo de violência. Contudo, concentramos as análises da violência contra as forças policiais, pois como referido pela organização internacional Human Rights Watch “*trabalhar como policial no Rio de Janeiro pode ser extremamente perigoso*” (HRW, 2016: 7). Isso ocorre, na visão da organização, devido as inúmeras facções criminosas que estão sempre fortemente armadas e agem com extrema violência. Além disso, nas favelas, os ataques aos policiais podem acontecer sorrrateiramente.

Contudo, é restrito os estudos que trata de estudo sobre a associação de criminalidade com zonas pobres no Brasil, porque esse tipo de estudo tem carácter macrossocial (Zaluar e Barcellos, 2013). Entretanto, outros estudos já dizem que existe um

FIGURA 1 Área de estudo para a concretização do trabalho



risco maior de morte por violência em áreas mais pobres das cidades, tanto em periferias, quanto em regiões de concentração de favelas (Zaluar e Barcellos, 2013).

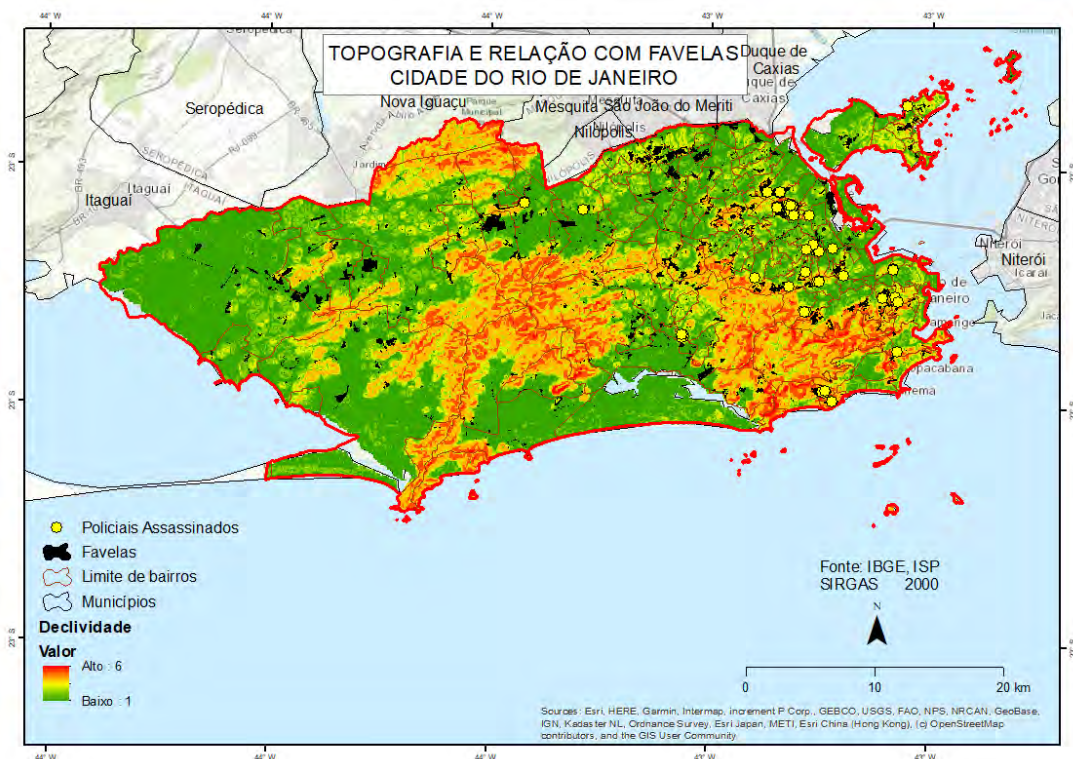
De forma geral, segundo Rivero (2010: 117) “a existência de padrões de distribuição das mortes no território que delatam o aprofundamento da segregação social das populações das favelas mais populosas e dos bairros mais pobres, sendo os principais afetados pela concentração de vítimas, além da concentração do número de civis mortos pela polícia nessas áreas, tornando os territórios de pobreza locais onde a ausência do estado se faz menos presente, permitindo que o poder criminoso domine, limitando o direito de cidadania das pessoas que ali vivem e fazendo com que não se cumpra com os direitos humanos fundamentais de respeito à vida e à segurança”.

No caso específico do Rio de Janeiro, as favelas são classificadas como ocupação e domínio de grupos criminosos armados (narcotraficantes e milícias) e nisto deve levar em conta a influência que estas zonas se baseiam em toda a dinâmica da cidade. As forças policiais que representam o braço do Estado sempre estão em confronto com esses grupos e esse é, na visão dessa análise, um problema que é também espacial.

Praticamente todas as favelas das zonas norte, central e sul do Rio de Janeiro se encontram em morros, em terrenos com alta declividade, zonas mais povoadas da cidade. Isso de fato, configura um dos empecilhos para enfrentamento da criminalidade instalada. Contudo, na abordagem geoespacial atenta-se para as diferenças observadas. Nesse sentido, as favelas da zona oeste possuem

Com isso, parte-se do pressuposto que, mesmo com os níveis altos de criminalidade na cidade do Rio de Janeiro, o Estado tem concretizado medidas mitigadoras, algumas com sucesso e outras nem tanto, para melhorar os níveis de segurança e diminuir o impacto da insegurança na cidade. O principal exemplo disto são as Unidades de Polícia Pacificadora (UPP) e nesta hipótese, geramos as seguintes questões: as UPP não causaram efeito de diminuição de criminalidade naquela zona; as UPP causaram efeito para a diminuição de criminalidade, mas não foram duradouros e efetivos naquela zona e as UPP causaram efeito para a diminuição da criminalidade naquela zona.

FIGURA 2 Topografia da cidade e relação com as favelas em morros e relevos acidentados e mortes de policiais em serviço



3. Procedimentos metodológicos

A delimitação das unidades de análise se baseou em dados vetoriais disponibilizados pela Prefeitura do Rio de Janeiro (s/f), em que se destaca: os limites das favelas, dos bairros e do município. Associados as unidades de análises tem-se os dados de policiais que foram mortos em serviço, repassados pelo Instituto de Segurança Pública do estado do Rio de Janeiro (ISP, s/f) e Instituto Pereira Passos da prefeitura municipal do Rio de Janeiro (IPP, 2017). Estes dados se baseiam na morte de policiais em serviço entre os anos de 2007 a 2017. Todo o processo foi desenvolvido no programa QGIS 3.0, *open source*. O modelo no QGIS (Apêndice I) usou as funções – extrair por atributos – extrair por camadas – recortar – criar buffer de distância graduadas entre 1 km, 2,5 km, 3,5 km e 5 km (quatro níveis). Quanto mais distante do ponto inicial, menores os riscos de policiais serem mortos. Esses valores de distância foram baseados nas indicações de Azevedo (2010), que afirma que quanto mais próximo do evento, maiores as possibilidades de ocorrência.

A partir dos dados gerou-se a classificação de bairros por níveis de risco para atividade policial, onde as áreas mais quentes correspondem ao maior número de assassinatos por proximidade espacial, o que leva em conta ser uma zona mais propícia as novas ocorrências de assassinatos.

Na fase de modelagem foi necessário apresentar as evidências de ocorrência do fenômeno pesquisado. Assim, as evidências pré-existentes foram obtidas a partir dos arquivos vetoriais de divisão de bairros, favelas e o município e as taxas de criminalidades por meios de dados de órgãos responsáveis, como referido. A partir das evidências pré-existentes avançou-se para as evidências derivadas, em que se pontuou os locais de ocorrência por ano e mês, logo após estruturou-se um buffer de influência e classificou-se por cores graduadas

de quente para menos quente, conforme seu raio e a distância do ponto principal.

Para análise das evidências não disponíveis foi criado um modelo, a partir dos dados somente de policiais assassinados em serviço na cidade do Rio de Janeiro. Na modelagem e classificação foi necessária avaliar cada variável separadamente.

O primeiro critério é se o local é favela. O segundo critério é se essas favelas possuem UPP e se as mesmas estão atendendo as questões que as tornaram necessárias como diminuição da criminalidade e violência. O terceiro critério é a categorização das favelas por zonas da cidade (Zona Central, Sul, Norte ou Oeste). O Rio de Janeiro possui favelas em todas as regiões, mas sua localização pode influenciar no sucesso das UPP. A Zona Sul é a de maior poder aquisitivo, Zona Norte mais densamente povoada e mais carente financeiramente, a Zona Oeste maior espacialmente e menos densamente povoada.

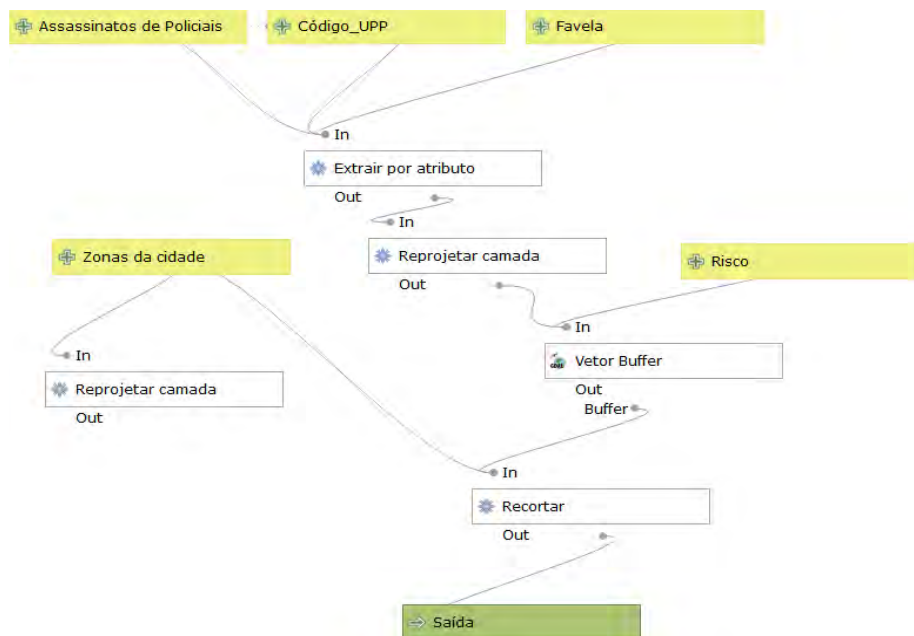
Por fim, o quarto critério, é o que trata da indicação de zonas de criminalidade, furtos, roubos e homicídios nas favelas e redondezas, considerado critério para indicação dos níveis de violência, obtidos também do ISP. Destaca-se o fato de que, na cidade do Rio de Janeiro, esses índices são indicados por bairros. Contudo, nem todas as favelas são cadastradas como bairros, mas comunidades pertencentes aos bairros onde estão localizadas. Diante disto, essa última análise correlaciona com os assassinatos de policiais em serviço e os níveis de violência em altíssimo, alto, médio e baixo a partir do ponto onde ocorreu um assassinato.

4. Resultados e discussões

A partir da modelagem de dados (FIGURA 3) foi possível classificar espacialmente, por locais de risco de assassinatos de policiais.

Isso foi realizável, pois no âmbito das GEOINT, o SIG são sistemas computadorizados capazes de

FIGURA 3 Esquema da modelação dos dados para criação de classes de riscos para policiais serem mortos em favelas do Rio de Janeiro, a partir de dados entre 2007 e 2017



armazenar e processar informação geográfica (Longley *et al.*, 2013). O resultado dessa modelagem foi um buffer para identificar os riscos a partir da influência pontual de um assassinato ocorrido.

Desse modo, em síntese, a partir dos dados apresentados, na cidade do Rio de Janeiro, a Zona Norte da cidade foi onde ocorreram os maiores números de assassinatos de policiais em serviço (FIGURA 4). Onde sugere-se que haja uma maior atenção por parte dos poderes constituídos em políticas sociais em prol do bem estar das comunidades.

A Zona Norte foi também a que correspondeu a maior quantidade de favelas em comparação a outras zonas da cidade (FIGURA 5). Conforme Souza *et al.* (2011), a Zona Norte do Rio tem ao todo uma quantidade de 80 bairros e aproximadamente 2.350.000 habitantes. Para a autora, os dados dão a indicação de que a área é densamente povoada, com altas taxas de natalidade e evasão de população

em algumas localidades. Além disso, a Zona Norte apresenta baixos índices de escolaridade. Há pouca oferta de emprego, porque a grande maioria dos grandes empreendimentos se concentram na Zona Sul e Zona Oeste e o acesso a recursos disponibilizados financeiramente é difícil e a maioria da população também tem dificuldade de acesso ao conhecimento e escolarização (Souza *et al.*, 2011).

Essa quantidade de mortos na Zona Norte explica, em parte, porque o Complexo do Alemão e Jacarezinho fazem parte do complexo de favelas onde ocorreram mais assassinatos e são mais violentas, mas também são locais com bastante carência de ações estatais e omissão, onde o crime organizado apossou dessa 'brecha' deixada pelo Estado e colocou a população refém de ações criminosas. Essas favelas que estão localizadas na Zona Norte, e o conjunto de favelas citados anteriormente, tem oferecido maior risco para atividades policiais no trabalho. Também se con-

FIGURA 4 Assassinatos de policiais em serviço por zonas da cidade

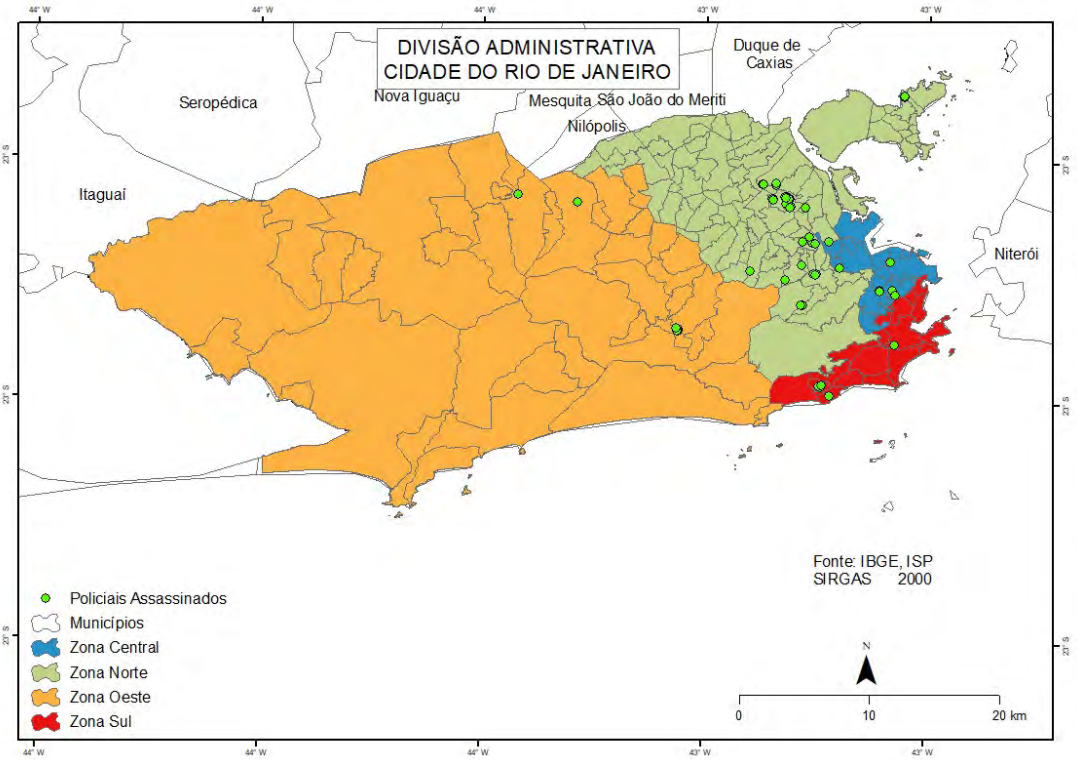
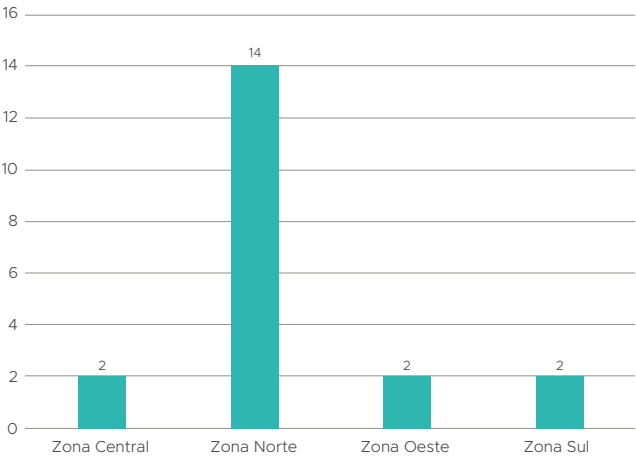


FIGURA 5 Quantidade de favelas onde houve assassinatos de policiais em serviço na cidade do Rio de Janeiro



centra o maior número de UPPs em que o Estado tem tentado criar ações de combate ao crime.

Quanto mais próximo aos locais de ocorrências onde policiais foram assassinados em serviço e com histórico de violência, mais altos seriam esses riscos e mais distante, menos recorrente, levando em conta a escala de critérios para a reclassificação, como referido. Conforme Azevedo (2010), as áreas onde ocorreram crimes por consequências do tráfico de drogas tem uma abrangência de influência de um raio de até 5 quilômetros, portanto, a criação dos buffers seguiu a metodologia do resultado do estudo do Ministério Público Federal.

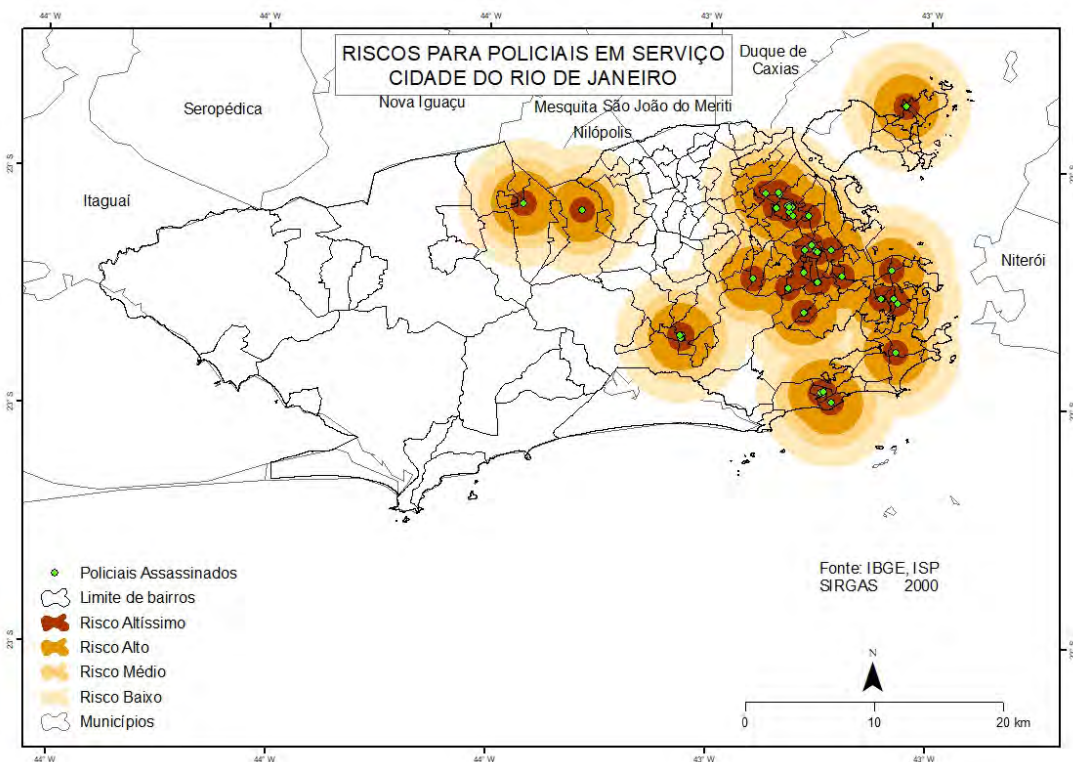
A média de violência entre altíssima e baixa, conforme códigos relacionados às UPP é relação à média por desvio padrão. Com o mapa final es-

tabelecido (FIGURA 6), identificou-se as zonas mais arriscadas e menos arriscadas para as atividades policiais e o risco de serem mortos em serviço.

Nas zonas sem classificação, destaca-se que não houve nenhum assassinato de policial em serviço durante os últimos dez anos. Deve-se levar em conta que a extrema região oeste do município do Rio de Janeiro não é densamente povoada.

A violência contra policiais ainda pode ser explicada pela violência de forma geral na cidade do Rio de Janeiro. Nesse sentido, segundo Cano *et al.* (2004), a Zona Norte já se destacava negativamente por possuir bairros onde ocorreram mais furtos em geral, de veículos, roubos, lesões dolorosas e crimes letais intencionais.

FIGURA 6 Resultado de a modelação para avaliação de riscos para policiais serem assassinados em serviço na cidade do Rio de Janeiro



5. Considerações finais

A partir da análise realizada no modelador do QGIS, com os dados do ISP e metodologia GEOINT, foi possível criar um buffer de indicação de risco, por aproximação, de morte de policiais em serviço, durante o período de 2007 a 2017.

A alta percepção dos problemas atribuídos às taxas de violência urbana e criminalidade, tráfico de drogas e principalmente o trágico crescimento da desigualdade social e inclusão de mais pessoas em níveis de pobreza aumenta em si a dinâmica da violência e isso acaba por recair sobre as pessoas de forma direta. A violência traz diversos prejuízos à sociedade. Não só econômicos, mas também, culturais, sociais, de saúde pública de índices de qualidade de vida etc.

No trabalho atual, a Zona Norte do Rio de Janeiro é a mais violenta e com maiores taxas de assassinatos de policiais em serviço. É a zona que possui mais favelas e com uma população

mais carente. O estado do Rio de Janeiro implantou em meados de 2009 o projeto de UPP para combater a violência e levar ações estatais para a comunidade. Entretanto, conforme a Human Rights Watch (2016), apesar de elas terem tido um progresso inicial na sua implantação, as deficiências e problemas financeiros do Estado levaram o projeto ao desmoronamento. A população que percebeu uma esperança, se frustrou. Talvez o fracasso seja também a incapacidade do Estado e da política de segurança pública em perceber os abusos policiais ocorridos nas UPP e com isso as ações de combate à criminalidade nas favelas se tornarem mais consistentes.

Diversos autores concordam que para minimizar e diminuir a violência urbana e criminalidade, não é só no combate, mas sim em ações sociais que gerem inclusões de populações mais pobres, carentes e com poucas defesas de ações de criminosos.

5. Referências citadas

- AGÊNCIA BRASIL. s/f. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-10/rio-perdeu-r-657-milhoes-em-turismo-por-cao-da-violencia-diz-cnc>. [Consulta: abril, 2018].
- AZEVEDO, G. R. 2010. *Perfil socioprofissional e concepções de política criminal do Ministério Público Federal*. Escola Superior do Ministério Público da União. Brasília, Brasil.
- BACASTOW, T. S. & D. J. BELLAFFIORE. 2009. "Redefining geospatial Intelligence". *American Intelligence Journal*, 27(1): 38-40.
- CANO, I.; SENTO-SÉ; J. T. e E. RIBEIRO. 2004. *Mapeamento da criminalidade na área metropolitana do Rio de Janeiro*. Laboratório de Análise da Violência. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <http://www.lav.uerj.br/docs/>. [Consulta: abril, 2018].
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO (CNC). 2017. *Pesquisa Nacional de Dados do Consumidor, Julho, 2017*. Disponível em <<http://www.portaldocomercio.org.br>> [Consulta: maio, 2018].
- FARAH, C. A. de G. 2012. *Logística, ações e operações de inteligência*. (1ed). UnisulVirtual. Palhoça, Brasil.
- HUMAN RIGHTS WATCH (HRW). 2016. *O Bom Policial tem medo – Os custos da violência policial no Rio de Janeiro*. ISBN 978-1-6231-338726. Brasil.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP). 2017. *Anuário Estatístico da cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Brasil.

- INSTITUTO DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (ISP). s/f. Disponível em <http://www.ispdados.rj.gov.br/Conteudo.html>. [Consulta: abril, 2018].
- LEITE, M. P. 2012. “Da ‘metáfora da guerra’ ao projeto ‘pacificação’: favelas e políticas de segurança pública no Rio de Janeiro”. *Revista Brasileira de Segurança Pública*, 6(2): 374-389.
- LIMA, R. S.; BUENO, S. e G. MINGARDI. 2016. “Estado, polícias e segurança pública no Brasil”. *Direito GV*, 12(1): 49-85. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/>. [Consulta: abril, 2018].
- LONGLEY P. A.; MAGUIRE D. J.; GOODCHILD M. F. D. e W. RHIND. 2013. *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica*. (3 ed). Bookman. Porto Alegre, Brasil.
- MACHADO DA SILVA, L. A. 2010. *Os avanços, limites e perigos das UPP*. O Globo, suplemento Prosa e Verso. Rio de Janeiro, Brasil.
- MINAYO, M. C. S.; SOUZA, E. R. e P. CONSTANTINO. 2007. “Riscos percebidos e vitimização de policiais civis e militares na (in)segurança pública”. *Cad. Saúde Pública*, 23(11): 2.767-2.779. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/>. [Consulta: abril, 2018].
- MORESI, E. A. D.; SANTOS FILHO, R. P. e J. W. C. SILVA. 2012. “Inteligência Geoespacial: um estudo aplicado à Polícia Civil do Distrito Federal”. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*, 9(2): 40-45.
- PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. s/f. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/eb/ipp> e <http://www.rio.rj.gov.br/web/riotur/caracteristicas-geograficas>. [Consulta: abril, 2018].
- RIVERO, P. S. 2010. “Segregação urbana e distribuição da violência: Homicídios georreferenciados no município do Rio de Janeiro”. *DILEMAS: Revista de Estudos de Conflito e Controle Social*, 3(9): 117-142. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/>. [Consulta: maio, 2018].
- SANTOS FILHO, R. P. 2012. *Inteligência espacial: um estudo sobre os benefícios de informações georreferenciadas na investigação policial*. Universidade Católica de Brasília, Brasil. Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação.
- SILVA, P. F. da. 2015. *A política industrial de defesa no Brasil (1999-2014): intersectorialidade e dinâmica de seus principais atores*. Instituto de Relações Internacionais, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. Tese Doutorado em Relações Internacionais. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/>. [Consulta: maio, 2018].
- SOUZA, E. R. e M. L. CARVALHO de LIMA. 2007. “Panorama da violência urbana no Brasil e suas capitais”. *Ciência & Saúde Coletiva*, 11(Sup): 1.211-1.222. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/>. [Consulta: abril, 2018].
- SOUZA, F. M.; VALENCIA, E.; DAHL, C. e M. T. CAVALCANTI. 2011. “Violência urbana e suas consequências em um centro de atenção psicossocial na Zona Norte do município do Rio de Janeiro”. *Saúde Sociedade*, 20(2): 363-376.
- VALLADARES, L. do P. 2005. *A invenção da favela*. FGV. Rio de Janeiro, Brasil.
- ZALUAR, A. e C. BARCELLOS. 2013. “Mortes prematuras e conflito armado pelo domínio das favelas no Rio de Janeiro”. *Revista Brasileiras de Ciências Sociais*, 28(81): 17-31.

Asociación espacial de la mortalidad

por enfermedades isquémicas
del corazón en Guerrero, México

Spatial association of mortality for ischemic heart
diseases in Guerrero, Mexico

Ilina Villerías Alarcón¹

Ma. del Carmen Juárez Gutiérrez²

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Geografía,

² Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía.

México, D.F.

villeras.al@gmail.com; mela_jg@yahoo.com.mx

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo analizar desde una perspectiva territorial, la asociación espacial de la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y los determinantes socio-espaciales de la salud en el estado de Guerrero para el año 2010. Identificar, cuantificar y analizar la dimensión espacial de la relación de determinantes sociales y físico-geográficos con la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón, permite conocer aquellas unidades espaciales con mayor y menor vulnerabilidad. Para establecer las asociaciones se aplicó el índice I de Moran y el indicador local de asociaciones espaciales. Se detectó que la mortalidad presenta una asociación espacial alta en municipios con mayor grado de hacinamiento entre su población, así como también las defunciones aumentan en los meses con la menor temperatura mínima. Estas asociaciones espaciales dan pauta para implementar medidas de prevención que coadyuven a la disminución de esta mortalidad.

PALABRAS CLAVE: geografía de la salud; asociaciones espaciales; determinantes socio-espaciales de la salud; enfermedades isquémicas del corazón.

Abstract

This research aims to analyze from a territorial perspective, the spatial association of mortality for ischemic diseases of the heart and the socio-spatial determinants of health in the State of Guerrero for the year 2010. Insomuch as, identifying, quantifying and analyzing the spatial dimension of the relationship of physical-geographic and social determinants with mortality by ischemic heart disease, allow to know those spatial units with major and minor vulnerability. To establish the associations index Moran's I and the Local Indicators of Spatial Association were applied. It was detected that mortality presents a high spatial association in municipalities with a greater degree of overcrowding among its population, as well as deaths increase in the months with the lowest minimum temperature. These spatial associations give guideline to implement prevention measures that will contribute to the reduction of this mortality.

KEY WORDS: health geography; spatial associations; socio-spatial determinants of health; ischemic heart diseases.

1. Introducción

La geografía de la salud y los determinantes socio-espaciales de la salud son el primer acercamiento que se tiene registrado donde se señala que el origen y distribución de las enfermedades no se originan de manera casual, ya que los padecimientos son originados por factores en los que se desenvuelve la sociedad y han existido desde los tiempos de Hipócrates (460 aC – 370 aC), quien predicaba ante la sociedad griega que el ser humano obtendría mayores posibilidades de no contraer una enfermedad si vivieran razonablemente, teniendo buenas condiciones de higiene, una vivienda, alimentación y ropa adecuada (Dubos, 1975). Posteriormente, se originó la corriente neohipocrática, impulsada por Thomas Sydenham, la cual se interesó de forma particular por el estudio del medio físico, social y sus relaciones con las enfermedades (Urteaga, 1999). Ante esta situación, la geografía y la medicina comparten visiones similares acerca del estudio de la influencia del medio físico y social en los procesos de morbilidad y mortalidad, con apoyo de las topografía médicas y la medicina Humboltiana que, prácticamente, constaban de un modelo de descripción y representación de la morbilidad, elaborando cartografía diversa sobre la distribución de las enfermedades que aquejaban en los continentes en ese tiempo (Urteaga, 1980).

En 1943, por primera vez, se utiliza el término Geografía Médica, a partir de analizar condicionantes como la altitud, la estructura geológica, el agua, el viento, la humedad y la temperatura, relacionándolos con la influencia que ejercen en la distribución geográfica de enfermedades (Boudin, 1843). Con el tiempo, los temas vinculados con la Geografía Médica se incrementan considerablemente, asociados a estudios relacionados a la distribución y accesibilidad a equipamientos sanitarios y servicios médicos, pero no fue sino hasta 1976 cuando la Comisión de Geografía Médica de

la Unión de Geógrafos Internacionales modificó el nombre de Geografía Médica por Geografía de la Salud (Olivera, 1993); este cambio de nombre trajo consigo una evolución teórica y metodológica permitiendo analizar y representar los fenómenos desde diversos enfoques.

Al mismo tiempo en que se iban reformulando los planteamientos teóricos y metodológicos de la geografía con relación a la salud, los factores ambientales, sociales y económicos, siempre presentes en los diversos planteamientos teóricos, y factores esenciales relacionados con la salud para distintos gobiernos, en 1978, y cónsono con este interés, se lleva a cabo una conferencia internacional denominada declaración de 'Alma Ata' en Kazajistán, donde el término salud es modificado, haciendo referencia no solo a la ausencia de enfermedad, sino también al estado completo de bienestar físico, mental y social, siendo declarado como un derecho humano fundamental (OPS, 2012).

El año 2005, la Organización Mundial de la Salud (OMS) integró una comisión que se encargó de estudiar más a fondo los factores sociales y ambientales que incidían en la salud, con el fin de elaborar recomendaciones; cabe resaltar que a esta comisión se le denominó La Comisión de Determinantes Sociales de la Salud (DSS). Por tanto, los determinantes sociales y ambientales de la salud (o bien determinantes socio-espaciales) son las circunstancias en las que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, siendo que este contexto es el resultado de la distribución del dinero, el poder y los recursos dentro de las tres escalas (mundial, nacional y local), (Castro, 2011).

Así que, con la ayuda de los determinantes socio-espaciales de la salud, se muestra un panorama de los problemas de morbilidad y mortalidad en la sociedad, debido a la distribución desigual del poder, los ingresos, los bienes y los servicios, que afectan el bienestar físico y mental del individuo, que expresan la desigualdad dentro de la misma sociedad.

1.1 Marco analítico de las enfermedades isquémicas del corazón y los determinantes socio-espaciales

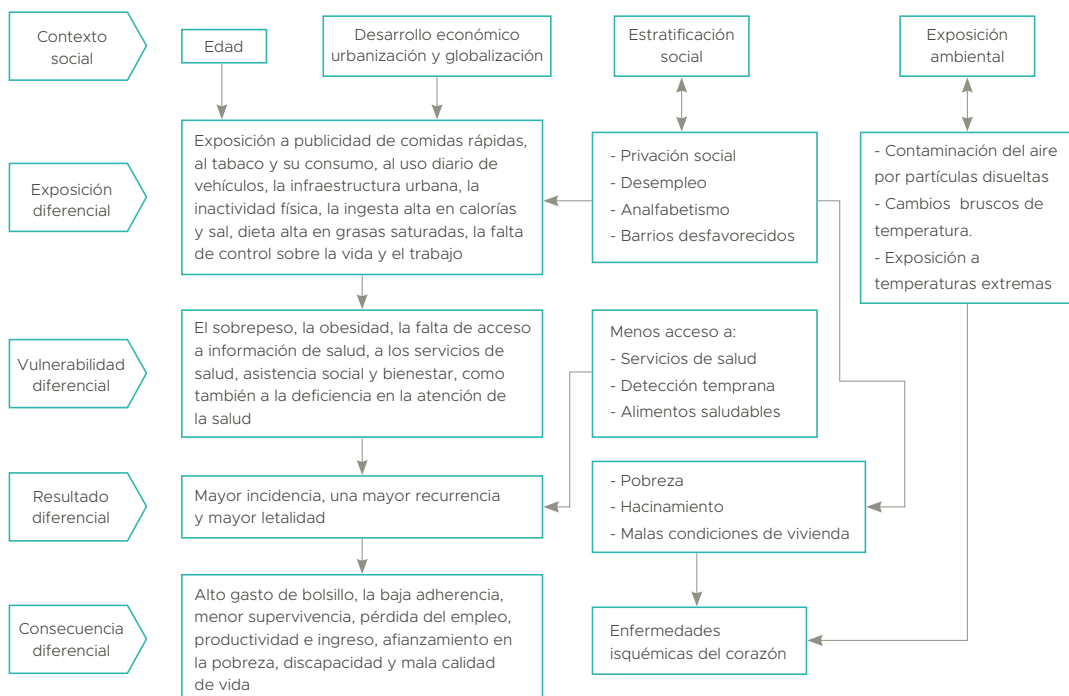
La enfermedad isquémica del corazón se produce cuando se reduce el flujo sanguíneo al músculo del corazón por un bloqueo parcial o completo de las arterias que le suministran sangre a este órgano, debido a la acumulación de colesterol y otros materiales llamados placa en la capa interna de las paredes de las arterias (Smith *et al.*, 1997). Además, son una consecuencia de padecer otras enfermedades y de la exposición prolongada a otros factores o condiciones, que son creados socialmente, por lo que se señala que la enfermedad está en función del desarrollo de la sociedad (González y Alcalá, 2010).

Por otra parte, el análisis de las determinantes socio-espaciales de la enfermedad isquémica del corazón se basa en un modelo jerárquico de la causalidad, el cual toma de referente los diferentes niveles de la estratificación social que dan lugar a diferencias en la vulnerabilidad, dando como resultado diversas consecuencias en la calidad de vida (FIGURA 1).

Factores como el desarrollo económico, la urbanización y globalización juegan un papel importante dentro de esta enfermedad, ya que en cierta forma fomentan estilos de vida que no son saludables para el individuo, así como a diversos factores sociales como son: desempleo, analfabetismo, derechohabiente, condiciones de vivienda, etc., que en conjunto provocarán mayor incidencia, recurrencia y letalidad, dando como resultado diversos problemas que afectan al estrato familiar.

FIGURA 1 Marco analítico: enfermedades isquémicas del corazón.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA OMS, 2010; NEWBY *ET AL.*, 2015; ADAMSON Y MILLS, 2016



Por otra parte, la contaminación atmosférica ocupa el noveno lugar entre los factores de riesgo de enfermedades isquémicas del corazón, por encima de otros factores sociales (principalmente relacionados con estilos de vida), debido a la concentración de diversas partículas disueltas en el aire y su dispersión va a depender de la dirección y velocidad del viento, la estabilidad atmosférica, la temperatura y la luz solar que, en conjunto aceleran, la formación de ozono (Newby *et al.*, 2015).

Al igual que la contaminación atmosférica, los cambios bruscos de temperatura o la exposición a temperaturas extremas inciden en el aumento de enfermedades isquémicas del corazón, es decir, la reducción o el aumento de un grado centígrado en la temperatura se relaciona directamente con un aumento del 2 % de riesgo de sufrir un ataque al corazón (Adamson y Mills, 2016).

Ante esta situación, el estado de salud de la población es un tema importante, que ha generado gran inversión por parte de los gobiernos en México para tratar de disminuir la morbilidad y mortalidad. No obstante, algunos de los estudios relacionados con las enfermedades crónico degenerativas, especialmente las enfermedades isquémicas del corazón, aún siguen siendo de carácter etiológico o descriptivo; es decir, solo se refieren a la etiología de la enfermedad o la descripción de las posibles causas; ante esto, en México y en el estado de Guerrero en particular, son pocas las investigaciones e información sobre la relación entre las características socioeconómicas y físico-geografías que permiten identificar la asociación espacial de estas enfermedades de manera cuantitativa y territorial.

Actualmente, la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón ocupa el primer lugar como causa de defunción a nivel nacional y estatal, desplazando a la diabetes mellitus y a las enfermedades respiratorias y gastrointestinales, debido a las transformaciones que se han regis-

trado en la población de México, por lo que los perfiles demográficos y de salud no se presentan de manera homogénea en el territorio como es el caso del estado de Guerrero. Asociado al estilo de vida que lleva el individuo, relacionado con las características físicas y sociales de cada lugar, han provocado mayor incidencia de mortalidad por esta enfermedad.

Guerrero es uno de los estados a nivel nacional que presenta un panorama cada vez más complejo, ya que prevalecen marcados desequilibrios regionales, un alto grado de dispersión en la distribución de la mayoría de sus localidades, y una considerable concentración poblacional en zonas riesgosas; lo que conlleva a efectos demográficos, socioeconómicos e incluso epidemiológicos que inciden directamente en la salud de la población (Amaro, 2010), como son las enfermedades isquémicas del corazón que ocuparon el primer lugar de mortalidad en el 2010. Resaltando que este tipo de enfermedades no son solo exclusivas de poblaciones con mayor desarrollo económico, sino que también en otras de menor desarrollo como algunas de las ubicadas en el estado.

Estos cuestionamientos sobre la salud involucran nuevos retos metodológicos para la búsqueda de regularidades espaciales y la creación de modelos (Jori, 2013), aplicando nuevas técnicas y metodologías (análisis espacial con sistemas de información geográfica (SIG) que ayuden a explicar las variaciones espaciales, con la finalidad de conocer las barreras condicionantes que provocan el aumento de la mortalidad entre la población.

Con esta investigación se pretendió mostrar la diferenciación espacial de la asociación de las mortalidades isquémicas del corazón en el estado de Guerrero, México, y los determinantes socio-espaciales en el territorio, con la finalidad de permitir a los tomadores de decisiones definir estrategias que ayuden a disminuir esta mortalidad y crear territorios saludables.

2. Universo de estudio

El estado de Guerrero limita al norte con los estados de México, Morelos y Puebla, al oeste con Michoacán, al este con Oaxaca y al sur con el océano Pacífico. Tiene una extensión de 63.794 km², lo que representa el 3.2 % del total del territorio nacional. Conformado por un total de 81 municipios, que presentan características sociales y geográficas particulares (por ejemplo, el 50 % del territorio guerrerense forma parte de la Sierra Madre del Sur, lo que dificulta la accesibilidad y algunas actividades agrícolas) que influyen en las condiciones de existencia material de la población, generando una inequidad social y económica dentro del territorio; asimismo, se encuentra dividido en 7 regiones geoeconómicas a saber: Acapulco, Costa Chica, Costa Grande, Centro, La Montaña, Norte y Tierra Caliente (FIGURA 2).

3. Metodología

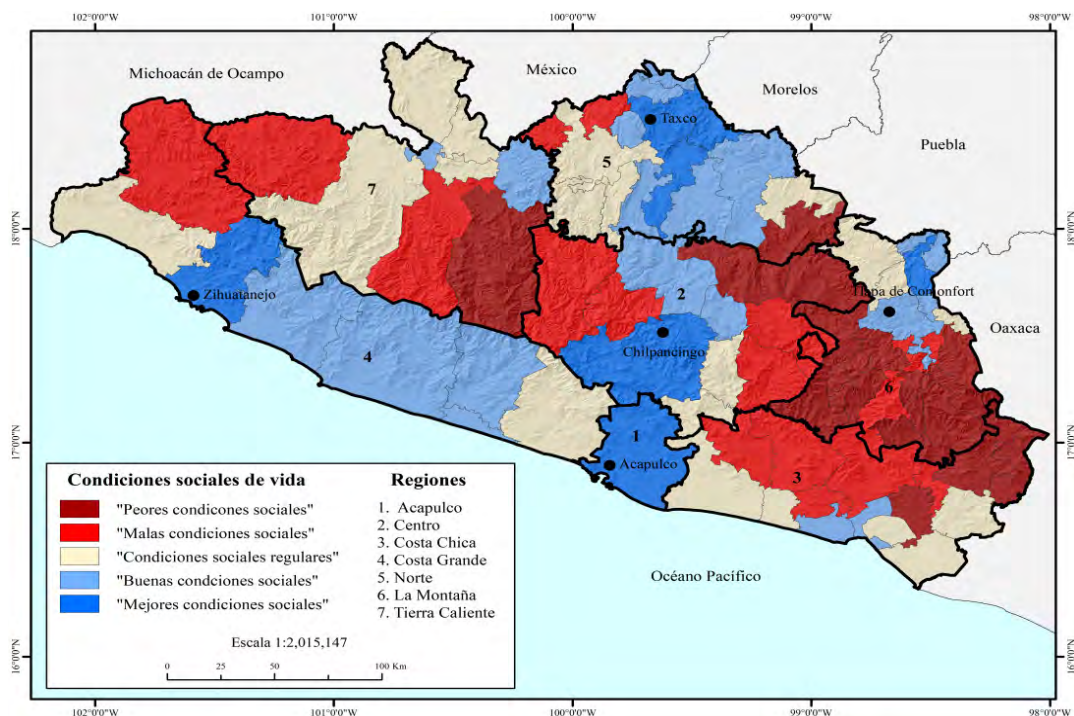
Para llegar al objetivo principal se desarrollaron diversos procedimientos; el primero fue estructurar la base de datos con una variable dependiente (mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón) y veinticinco variables independientes que permitieron analizar aspectos demográficos, educacionales, económicos, infraestructura de servicios de vivienda y ambientales.

Posteriormente, se calculó la tasa de mortalidad, ya que permite dar cuenta de la dinámica y estructura de las defunciones ocurridas en una población durante un tiempo y en un espacio geográfico definido (Núñez, 2011). La tasa de mortalidad (TM) se calculó por la fórmula [1]:

$$TM = \left(\frac{\text{Def. por enfermedades isquémicas del corazón}}{\text{Total de población anual}} \right) 100.000 \quad [1]$$

FIGURA 2 Situación social y demarcación territorial, estado de Guerrero, 2010.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010A Y 2010B



Este primer acercamiento permitió observar la distribución espacial de la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón.

Consecutivamente, se calculó el índice de I Moran que es una medida de autocorrelación espacial [2], caracterizada por la asociación espacial entre las regiones de un territorio o espacio geográfico, y el método LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) [3], que representa aquellas unidades espaciales con valores estadísticos significativos de la asociación espacial local que contribuyen al valor global del I Moran, resaltando los puntos calientes (*hot spots*) o atípicos espaciales (Anselin, 1995).

$$I = \frac{n \sum_i (x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad [2]$$

donde, n : es el número de unidades espaciales
 x_i : es el valor de la variable en la unidad espacial i
 x_j : es el valor de la variable en la otra localización
 $\bar{x}$: es la media de la variable
 w : es una ponderación que indica la relación de contigüidad entre las unidades espaciales i - j

$$L_i = f(x_i, x_j) \quad [3]$$

Donde, LISA (L) en la localización i para la variable x_i es una función de los valores observados en sus unidades espaciales limítrofes J_i . Asimismo, los límites J_i para cada observación están tomados de la matriz w de contigüidad espacial. Por otra parte, para el cálculo de los puntos calientes y fríos que son agrupamientos de valores altos y bajos se aplicó la siguiente fórmula [4]:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad [4]$$

Estas mediciones se realizan a partir de observaciones en datos estandarizados z_i y z_j para unidades espaciales contiguas definidas por los pesos de w_{ij} . De esta manera, los valores positivos y negativos estarían indicando relaciones espaciales similares y contrapuestas (Buzai y Baxendale, 2012).

Después, se analizaron los valores de las temperaturas máximas y mínimas por medio de regresiones bivariada para determinar la relación que existe con el número de casos de defunciones por enfermedades isquémicas del corazón. Así como también se realizó una comparación entre una imagen de satélite MODIS, con una resolución espacial de 0.5° y resolución temporal mensual, que muestra el promedio y la anomalía de la concentración de aerosoles y de monóxido de carbono en la troposfera, y la distribución espacial de la tasa de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón.

Los procesos para calcular el Índice de I Moran y LISA se llevaron a cabo en el *software* GeoDa versión 1.12, mientras que las regresiones bivariada fueron en el *software* R studio versión 3.2.3. La representación cartográfica se realizó en ArcGIS versión 10.2.

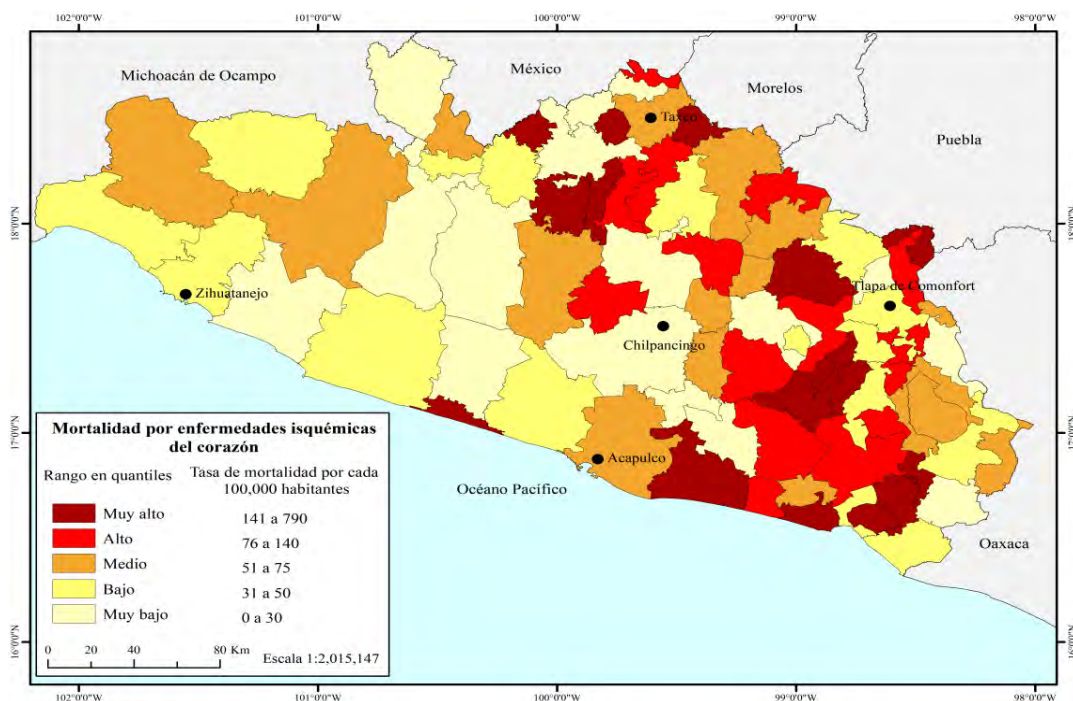
4. Resultados

Desde la década de los años 50s, las enfermedades isquémicas del corazón han figurado en la lista de las principales causas de mortalidad. De acuerdo con la Secretaría de Salud (2010b), en el 2010 fue la primera causa de muerte dentro de la población guerrerense, teniendo una tasa de 871 por cada 100.000 hab., mayor que la tasa de diabetes mellitus; en el contexto nacional ocupó el lugar vigésimo primero. La mayor tasa de mortalidad se registró en el municipio de Ixcateopan, mientras que en el de Alcozauca no se presentó ninguna defunción.

La distribución de las tasa de mortalidad (FIGURA 3) y su relación con la situación social en el estado (Figura 2) resaltó que las unidades espaciales con mayor problema por esta enfermedad se localizaban en la parte este y norte, que forman parte de las regiones de la Montaña, Costa Chica y Norte, las dos primeras caracterizadas por presentar 'peores o malas condiciones de vida' (FIGURA 2), debido al

FIGURA 3 Distribución de la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón, 2010.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SECRETARÍA DE SALUD, 2010A



alto grado de marginación, pobreza, bajo grado de escolaridad, entre otras características que afectan a la población; lo contrario se observó en la región Norte al presentar 'las mejores condiciones de vida' en función de tener mayor producto interno bruto, menor pobreza, etc.

De acuerdo con la metodología y procedimientos aplicados se obtuvo como resultado aquellas variables sociales y económicas que presentan una asociación espacial con los determinantes socio-espaciales de la salud (CUADRO 1). Solamente tres variables registraron una autocorrelación espacial representativa con respecto al Índice de I Moran, las cuales fueron el hacinamiento, la migración y la población ocupada en el sector secundario (FIGURAS 4A, 4B, 4C). Cabe resaltar que los tres modelos no rebasaron el margen de error permitido para ciencias sociales $P\text{-value}=0.05$, por

lo que la configuración espacial no se produce de forma aleatoria y existe autocorrelación espacial.

La primer variable (hacinamiento) mostró una autocorrelación positiva de 0.2091; es decir, a medida que aumentaba el hacinamiento entre la población la tasa de mortalidad era mayor. Al obtener la asociación local dio como resultado que 11 de 81 unidades espaciales aportaron los mayores valores al índice global, siendo que ocho presentaron asociaciones directas (altas-altas o bajas-bajas), y tres mostraron valores atípicos, es decir, existen bajos niveles de hacinamiento, pero altas tasas de mortalidad, como fue el caso de Acapulco (FIGURA 4A).

El factor migración presentó una autocorrelación negativa (-0.236), lo cual significa que a medida que la migración disminuye, la asociación espacial con las tasas de mortalidad también, o

CUADRO 1 Asociación espacial.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CORDERO Y MURAYAMA (2012)

Tipo	Variables	Índice de I Moran	P-value
Sociales	Población indígena	0.0214	0.341
	Población no derechohabiente	0.0206	0.368
	Población analfabeta	-0.0334	0.260
	Grado de escolaridad	0.0754	0.075
	Migración	-0.2361	0.001
	Hacinamiento	0.2091	0.001
	Pobreza	0.0546	0.142
	Marginación	0.0122	0.391
Económicas	PEA	-0.0202	0.357
	Población ocupada	0.0057	0.481
	Población ocupada: sector primario	0.0623	0.122
	Población ocupada: sector secundario	-0.1437	0.001
	Población ocupada: sector terciario	-0.0070	0.427
	PIB	-0.0606	0.119
	Población hasta de 1 salarios mínimos	0.0333	0.249
	Población de 1 a 2 salarios mínimos	-0.0588	0.143
Vivienda	Población más de 2 salarios mínimos	-0.0253	0.311
	Viviendas sin agua potable	-0.0640	0.120
	Viviendas sin drenaje	0.0873	0.061
	Viviendas sin electricidad	0.0429	0.181
Ambientales	Viviendas sin algún bien	-0.0181	0.397
	Minas	-0.0841	0.400
	Superficie agrícola	0.0217	0.323

al contrario, en las unidades espaciales donde hay mayor migración las tasas de mortalidad son mayores; cabe señalar que la naturaleza de esta variable va a condicionar a otros determinantes sociales del individuo, ya que modifica aspectos culturales de la persona, principalmente afectando su estilo de vida (FIGURA 4B).

La asociación espacial local se presentó en los mismos municipios que la variable anterior; no obstante el único que presentó una relación directa fue Florencio Villareal, mientras que Alcozauca y Cocula registraron altos valores de migración, pero bajas tasas de mortalidad; para el resto de los municipios se infiere que, a pesar de tener

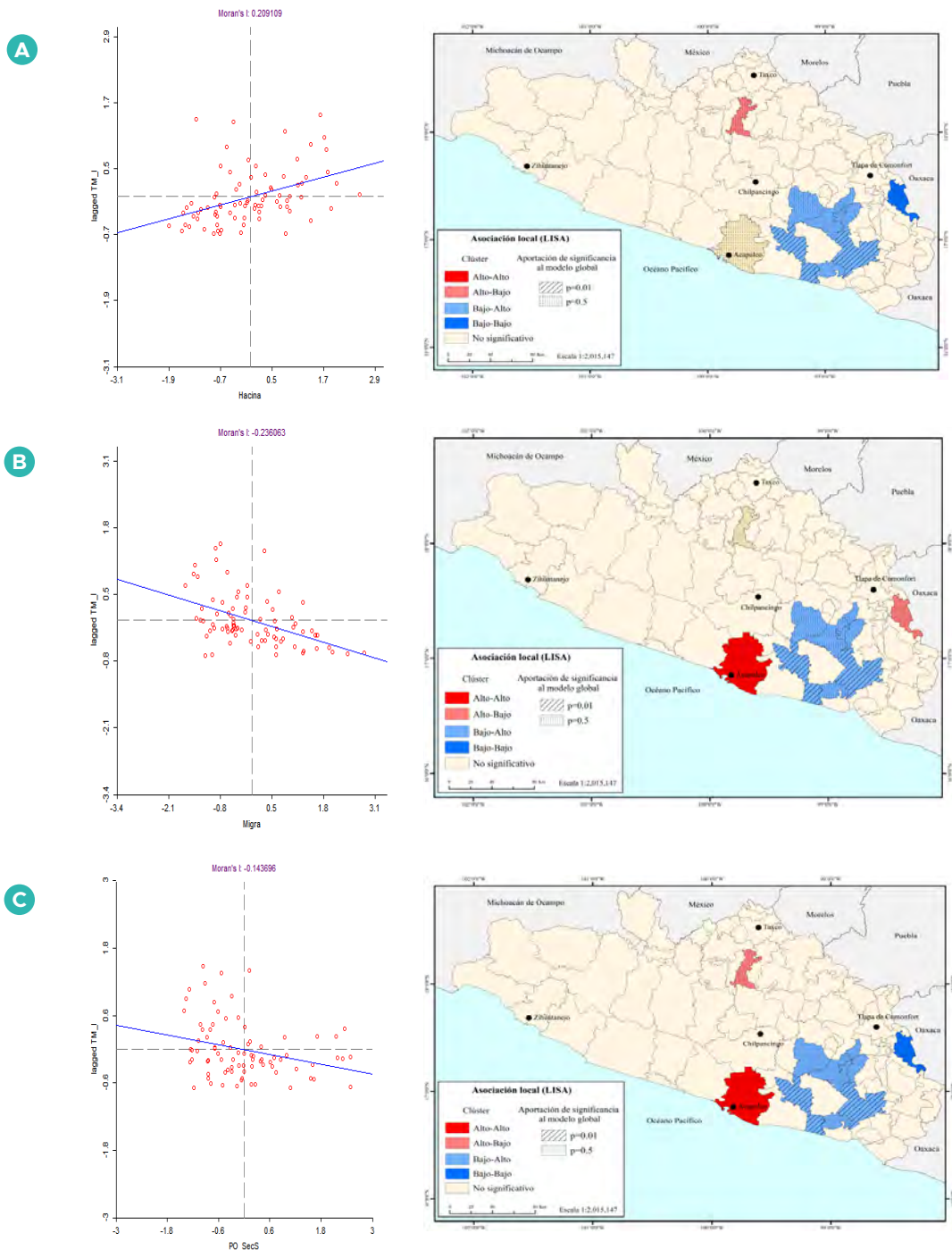
bajo grado en esta variable, su tasa de mortalidad es alta. Así mismo, las unidades espaciales que aportaron mayor significancia al modelo fueron Tecoaapa, San Luis Acatlán y Florencio Villareal.

La variable de población ocupada en el sector secundario registró un índice de I Moran negativo (-0.143) en relación a la tasa de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón; es decir, este tipo de defunciones no se presenta con regularidad en la población ocupada en este sector (FIGURA 4C). No obstante, en la asociación local, el municipio de Acapulco mostró una relación directa con esta variable, dicho de otra manera, tiene alto porcentaje de población ocupada en estas

FIGURA 4 Diagramas de dispersión de Moran (Global) y LISA de la tasa de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y los determinantes socio-espaciales:

A. Hacinamiento, **B.** Migración, **C.** Población dedicada al sector secundario.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN GEODA



actividades económicas que se ve afecta por esta mortalidad. El resto de los municipios presentan valores atípicos, por ejemplo, Cocula que tuvo alta densidad de población en este sector, pero bajas tasas de mortalidad, lo que indica que existen otros factores que influyen en las defunciones. Al igual que la variable anterior fueron las mismas unidades espaciales las que presentaron mayor significancia en el modelo global.

Así como la migración fungió como un factor desencadenante de otros determinantes individuales, pasa lo mismo con la variable población ocupada en el sector secundario, ya que el individuo que trabaja en este sector tiene mayor exigencia física y psicomental denotando una situación de estrés, lo que provoca que la presión arterial aumente, además de propiciar el aumento de glóbulos blancos generando así la inflamación de las arterias (Fernández *et al.*, 2003).

Por otro lado, los cambios en la temperatura son un factor importante que se relacionan con las tasas de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón, ya que los cambios bruscos de temperatura pueden producir espasmos coronarios, y con ello un mayor número de infartos de miocardio o anginas de pecho. En este sentido, el estado de Guerrero presentó para el año 2010, una temperatura máxima promedio de 32.09 °C y una mínima de 17.25 °C, teniendo una temperatura media de 24.5 °C, y una precipitación anual de 1.521 mm (FIGURA 5).

Para este mismo año, el estado registró un total de 1.776 defunciones por enfermedades isquémicas del corazón, siendo que las mayores defunciones ocurrieron en los meses de enero, diciembre y octubre (FIGURA 6).

Los dos primeros meses se caracterizan por tener temperaturas medias de 22 °C; no obstante, también se presentan las temperaturas mínimas más representativas, como es el caso particular del mes de diciembre el que, de acuerdo al climograma

anterior, presentó una temperatura mínima de 13.8 °C y una máxima de 39 °C. En este sentido, se puede considerar que para este mes existió un cambio brusco de temperatura en el estado, provocando en la sociedad guerrerense mayores defunciones por enfermedades isquémicas del corazón.

En el mes de enero, se registraron 205 defunciones con una temperatura media de 22.5 °C; este mes, al igual que el anterior, se caracterizó por presentar bajas temperaturas mínimas lo que es característico de esta época del año. Para analizar la asociación que se tiene entre ambas variables se aplicó una regresión bivariada, donde la variable de temperatura mínima fue la que presentó una relación causal con el número de defunciones [5], (FIGURA 7).

$\text{lm}(\text{formula} = \text{Enfe} \sim \text{Minima})$ [5]

Coefficientes:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) 348.757 50.781 6.868 0.000129 ***

Minima -11.060 2.821 -3.921 0.004413 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 18.69 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6577

Adjusted R-squared: 0.615

F-statistic: 15.37 on 1 and 8 DF, p-value: 0.004413

De acuerdo con el análisis estadístico anterior, se obtuvo que la regresión fue significativa, ya que el valor de p-value fue de 0.004413 que es menor a 0.05. Con base en R-Múltiple cuadrada, el modelo explica un 65.7 % de la variación de la tasa de mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón. La fuerza de correlación entre las variables (Número de defunciones y temperatura mínima) es de -0.47, por lo que existe una correlación negativa (inversa) moderada; dicho de otra manera, la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón aumenta en función a la disminución de la temperatura mínima.

FIGURA 5 Climograma, 2010.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 2010

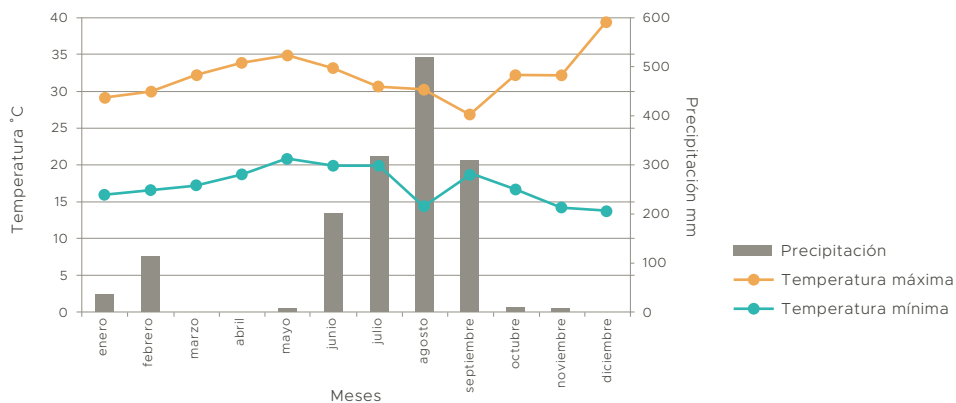


FIGURA 6 Relación de la temperatura media mensual y defunciones por enfermedades isquémicas del corazón, 2010.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 2010; SECRETARÍA DE SALUD, 2010A

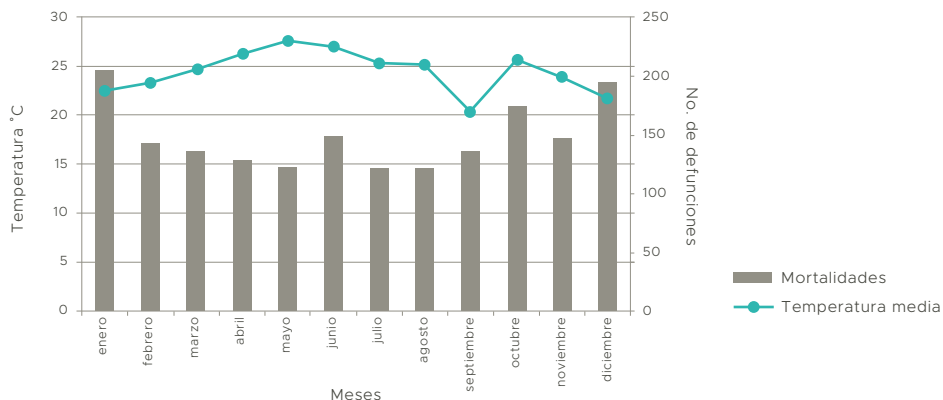
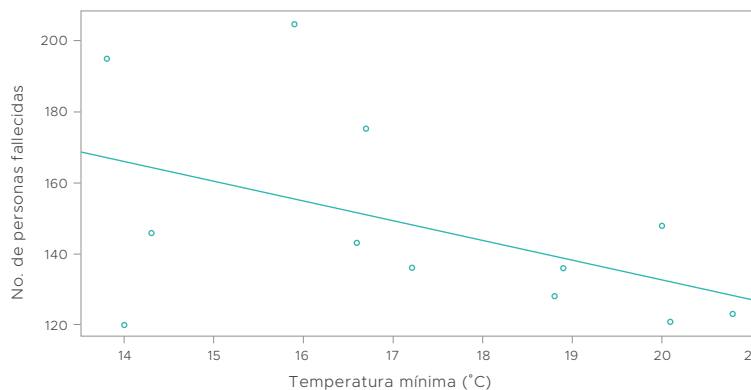


FIGURA 7 Regresión bivariada (número de defunciones por enfermedades isquémicas del corazón ~ temperatura mínima).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 2010; SECRETARÍA DE SALUD, 2010A



Por otro lado, la concentración de aerosoles y partículas disueltas en el aire mostró que en la parte sur-oeste del estado de Guerrero se dio la mayor aglomeración.

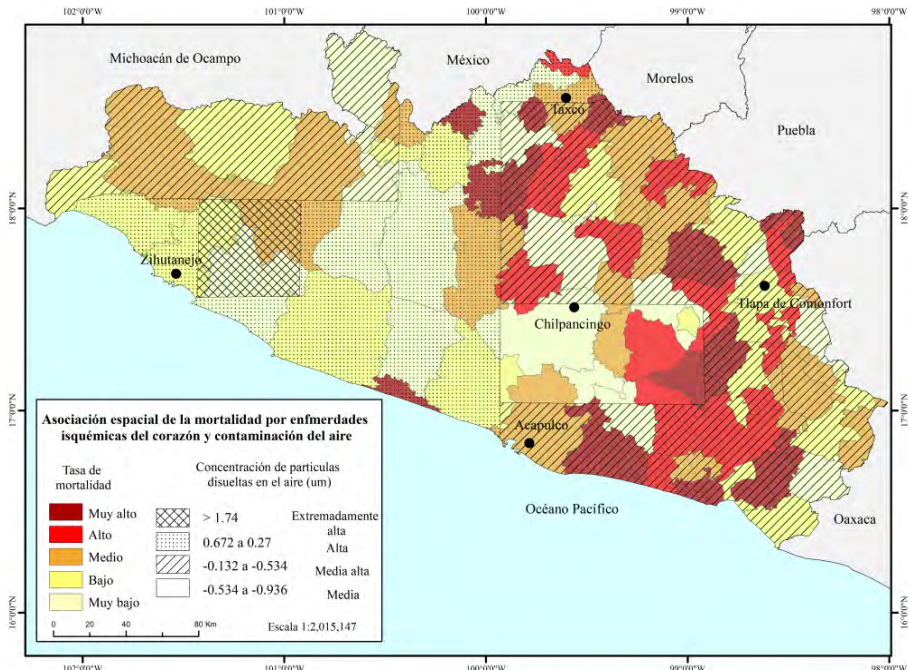
Al relacionar distribución de la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y la concentración de aerosoles y partículas disueltas en el aire (FIGURA 8), se observó que las zonas en donde se encuentra extremadamente alta la concentración de estos tipos de contaminantes no coinciden con las unidades espaciales que tienen mayores tasas de mortalidad por este tipo de enfermedad, ya que presentan valores de muy bajos a bajos; no obstante, se identifican tres municipios en los que su tasa de mortalidad es muy alta ubicados en zonas con altas concentraciones como es el caso de Benito Juárez, Apaxtla y Gral. Canuto Neri.

El resto del estado de Guerrero presentó concentraciones de -0.534 a -0.132 , aun cuando son valores dentro del rango de medio-alto, afecta gravemente la salud de la población, ya que como se puede apreciar la mayor densidad de mortalidad se registró en las unidades territoriales con estos valores. Cabe resaltar, que la mayor parte de estos contaminantes no se generan en el estado, sino que provienen principalmente del estado de México, debido a la circulación de los vientos que al entrar al estado encuentra una barrera orográfica (Madre Sierra del Sur) desviándolos hacia el noreste.

De manera que al analizar la distribución de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos y relacionarlos con la distribución de la mortalidad con enfermedades isquémicas del corazón, se encontraron algunas coincidencias que

FIGURA 8 Distribución de los aerosoles y partículas disueltas en el aire; y de las mortalidades por enfermedades isquémicas del corazón, 2010.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN EL CENTRO EUROPEO DE PREVISIONES METEOROLÓGICAS A PLAZO MEDIO (ECMWF), 2010; SECRETARÍA DE SALUD, 2010A



podrían indicar una relación significativa entre ambas; sin embargo, existen también casos como en el municipio de Chilpancingo, donde ambas variables no se relacionan aparentemente, razón por la cual la evidencia es insuficiente para afirmar o negar una relación directa entre estas variables.

5. Conclusiones

Analizar la asociación espacial de la mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón con los determinantes socio-espaciales, permitió identificar aquellos factores que inciden en esta mortalidad, además de reconocer aquellas unidades territoriales más vulnerables donde se acrecienta este problema en el estado. No obstante, es importante señalar que los determinantes socio-espaciales analizados, de acuerdo con el marco analítico, fueron de contexto social; pero además de estos factores, existen otros individuales que influyen

en el desarrollo y mortalidad de esta enfermedad, como son el aumento de triglicéridos en el individuo por el consumo excesivo de carnes rojas, tabaquismo, sedentarismo y obesidad, que se relacionan principalmente con el estilo de vida. Como se sabe, hay situaciones del entorno en el que se encuentra el individuo que no puede controlar o está inmerso, por lo que es importante que la adecuación de su estilo de vida para poder prevenir este tipo de enfermedades.

Ante esto, reconocer los espacios geográficos de trabajo para el sector salud y aquellas zonas vulnerables en función de las características físico-geográficas, sociales y económicas es de suma importancia para poder contrarrestar la tasas de mortalidad, por medio de la implementación de políticas públicas en materia de salud considerando todo este conjunto de variables, para así ofertar una respuesta más concreta y acertada a cada unidad espacial, y crear territorios más saludables.

6. Referencias citadas

- ADAMSON, P. y M. MILLS. 2016. "Infarto de miocardio periintervención: si no se mira la temperatura, no se puede detectar la fiebre". *Revista Española de Cardiología*, 69(8):746-753. DOI: 10.1016/j.recesp.2016.04.035.
- AMARO, A. 2010. "Diagnóstico en materia de salud pública en el estado de Guerrero". *Encrucijada*, 5: 1-13.
- ANSELIN, L. 1995. "Local indicators of spatial association - LISA". *Geographical Analysis*, 27(2): 93-115.
- BOUDIN, J. 1843. *Essai de géographie médicale, ou Etudes sur les lois qui président á la distribution géographique des maladies*. Germer-Bailliére. Paris, France.
- BUZAI, G. y C. BAXENDALE. 2012. *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica. Ordenamiento Territorial. Temáticas de base vectorial*. Lugar Editorial. Buenos Aires, Argentina.
- CASTRO, J. 2011. "Promoción de la salud". En: R. GONZALEZ; J. CASTRO y L. MORENO (Eds.). *Promoción de la salud en el ciclo de vida*. pp.17-34. MacGraw-Hill Interamericana. México.
- CENTRO EUROPEO DE PREVISIONES METEOROLÓGICAS A PLAZO MEDIO (ECMWF). 2010. *Concentración de aerosoles y de monóxido de carbono en la troposfera*. ERA Interim. Reino Unido. Disponible en: <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/>. [Consulta: noviembre, 2017].

- CORDERO, R. y C. MURAYAMA. 2012. *Los determinantes sociales de la salud en México*. Fondo de Cultura Económica. México.
- DUBOS, R. 1975. *El espejismo de la salud*. Fondo de Cultura Económica. D. F. México.
- FERNÁNDEZ, J.; SIEGRIST, J.; RODEL, A. y R. HERNÁNDEZ. 2003. "El estrés laboral: un nuevo factor de riesgo. ¿Que sabemos y qué podemos hacer?". *Aten Primaria*, 31(8): 469-558.
- GONZÁLEZ, R. y J. ALCALÁ. 2010. "Enfermedad isquémica del corazón, epidemiología y prevención". *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 53(5): 35-43.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2010a. "Marco geoestadístico". México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/>. [Consulta: agosto, 2017]
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2010b. "Censo de Población y Vivienda: Guerrero". México. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/>. [Consulta: septiembre, 2017].
- JORI, G. 2013. "El estudio de la salud y la enfermedad desde una perspectiva geográfica: temas, enfoques y métodos". *Geografía y Ciencias sociales*, XVIII(1.029): 742-798.
- NEWBY DAVID E.; MANNUCCI, M.; GRETHE, S.; BACCARELLI, A.; BROOK, D.; DONALDSON, K.; FORASTIERE, F.; FRANCHINI, M.; FRANCO, O.; GRAHAM, I.; HOEK, G.; HOFFMANN, B.; HOYLAERTS, M.; KÜNZLI, N.; MILLS, N.; PEKKANEN, J.; PETERS, A.; PIEPOLI, M.; RAJAGOPALAN, S. & R. STOREY. 2015. "Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease". *European Heart Journal*, 36(2): 83-93.
- NUÑEZ, G. 2011. *Determinantes contextuales de la mortalidad en México*. Facultad de Psicología de la UAB. México. Tesis Doctoral.
- OLIVERA, A. 1993. *Geografía de la salud*. Síntesis. España.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2010. *Equity, social determinants and public health programmes*. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/44289>. [Consulta: agosto, 2017].
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 2012. *Declaración de Alma-Ata*. Kazajistán. Disponible en: <http://www.paho.org/hq/>. [Consulta: agosto, 2017].
- SECRETARÍA DE SALUD (SS). 2010a. *Cubo dinámico de defunciones*. México. Disponible en: <http://www.dgis.salud.gob.mx/>. [Consulta: septiembre, 2017].
- SECRETARÍA DE SALUD (SS). 2010b. *Panorama Epidemiológico y Estadístico de la Mortalidad en México*. México.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (SMN). 2010. *Normales climatológicas por estación*. México.
- SMITH, F.; LEE, A.; FOWKES, F.; PRICE, J.; RUMLEY, A. & G. LOWE. 1997. "Hemostatic factors as predictors of ischemic heart disease and stroke in the Edinburgh Artery Study". *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 17(11): 3.321-3.325. DOI: 10.1161/01.ATV.17.11.3321.
- URTEAGA, L. 1980. "Miseria, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estudio del medio ambiente en el siglo XIX". *Geocrítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana*, (29): 5-50.
- URTEAGA, L. 1999. "Las topografías médicas como modelo de descripción territorial". En: J. BERNABEU MESTRE; F. BUJOSA y J. M. VIDAL HERNÁNDEZ (comps.). *Clima, microbis i desigualtat social: de les topografies mèdiques als diagnòstics de salut*. pp. 73-85. Institut Menorquí d'Estudis. Menorca, España.

Exploração aurífera

no município de Peixoto de Azevedo,
Mato Grosso, Brasil: uma análise
histórica, socioeconômica e ambiental

Gold exploration in the municipality of Peixoto de Azevedo,
Mato Grosso, Brazil: a historical,
socioeconomic and environmental analysis

Antônia Brito Farias¹

Leila Nalis Paiva da Silva Andrade²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT),
Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado), Campus Cáceres,
Mato Grosso, Brasil.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Licenciatura em Geografia, Campus de Sinop,
Programa de Pós-graduação (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos.
São Carlos, Brasil
antonia.bf@gmail.com; leilanaliss@hotmail.com

Resumo

O município de Peixoto de Azevedo, Mato Grosso, Brasil, foi emancipado no ano de 1986, porém, a intensa exploração aurífera que ocorreu no município entre as décadas de 1970 a 1990 após a abertura da rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém). A prática da atividade garimpeira acarretou a retirada da mata ciliar e dos indígenas Kreen-Akarores das margens do rio Peixoto de Azevedo para que fosse possível a ocupação da região. Esse trabalho objetivou pesquisar o início e desenvolvimento da atividade garimpeira no município de Peixoto de Azevedo, analisando os processos socioeconômicos e ambientais. Para obtenção dos resultados descritos foram realizadas entrevistas com os atuais e antigos moradores do município, também foram feitas análises através de imagens de satélite das áreas de garimpo ativas no perímetro urbano do município. Durante a pesquisa foi possível obter uma visão ampla da opinião dos moradores em relação as características ambientais e socioeconômicas do município.

PALAVRAS-CHAVE: garimpo; mineração; meio ambiente; povos indígenas.

Abstract

The municipality of Peixoto de Azevedo, Mato Grosso, Brazil, was emancipated in 1986, despite the intensive gold exploration that occurred in the municipality between the 1970s and 1990s after the opening of the BR-163 (Cuiabá-Santarém) highway. The practice of the garimpeiro activity led to the removal of the riparian forest and the Kreen-Akarores indigenous people from the banks of the Peixoto de Azevedo river to enable the region occupation. This work is aimed at investigating the beginning and development of the garimpeiro activity in the municipality of Peixoto de Azevedo, analyzing the socioeconomic and environmental processes. In order to obtain the described results, interviews to current and former residents of the municipality were carried out and satellite images of the active garimpo areas in the urban perimeter of the municipality were also analyzed. During the research, it was possible to obtain a broad view of the resident opinions regarding the municipality environmental and socioeconomic characteristics.

KEY WORDS: garimpo; mining; environment; indigenous people.

1. Introdução

A mineração é caracterizada por ser uma atividade econômica baseada na extração de minerais das rochas ou do solo, sendo que os principais minérios extraídos são: ouro, diamante e petróleo, além de muitos outros. A mineração vem sendo exercida durante muitos anos no mundo, e em alguns países foi considerada como a principal atividade econômica (Farias, 2002).

O processo de ocupação do estado de Mato Grosso iniciou-se a partir da primeira metade do século XVIII, quando os componentes da Bandeira de Pascoal Moreira de Cabral descobriram as primeiras jazidas de minérios próximos ao rio Coxipó. Dessa forma, teve início o primeiro povoamento na capitania de Mato Grosso localizado às margens do rio Coxipó-Mirim, denominado de Arraial da Forquilha (Piaia, 1999).

Mas foi com a abertura da rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163) no final da década de 1970, realizada pela Integração Desenvolvimento e Colonização (INDECO), que foram descobertos ricos aluviões auríferos nas margens do rio Peixoto de Azevedo (MT), localizado ao norte do estado; tal fato contribuiu para que ocorresse uma nova corrida do ouro na região (Agnoletto, 2013).

Nesse sentido, a atividade garimpeira que se desenvolveu nessa época na região norte de Mato Grosso, teve um papel fundamental no processo de formação de alguns municípios, entre eles destaca-se o município de Peixoto de Azevedo. Essa atividade iniciou-se e se desenvolveu de forma desorganizada, desencadeando muitos problemas socioambientais para a cidade (Souza *et al.*, 2008).

Em relação aos impactos ambientais causados pela mineração, vale ressaltar que eles podem ser alarmantes tanto para a sociedade como para o meio ambiente. No caso dos garimpos os principais impactos causados são: 1) a poluição de recursos hídricos; 2) a perda da geologia da área explorada, causando alterações no relevo, voçorocas e

assoreamentos; 3) a degradação do solo após a retirada da mata ciliar; 4) a destruição do habitat da fauna; 5) a poluição do ar; 6) o desmatamento e as queimadas e, 7) a poluição química provocada pelo mercúrio metálico na biosfera e na atmosfera (IPT, 1992 apud Silva, 2007).

No entanto, a partir da constituição de 1988 as pessoas responsáveis pela exploração de recursos minerais são obrigadas a recuperar as áreas degradadas. Nesse contexto, o artigo 225 da Constituição Federal (Brasil, 1988) parágrafo 2º, explica que: *“Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”*.

Porém, a formação territorial do município de Peixoto de Azevedo contribuiu com a retirada de toda a mata que cobria a região, modificando toda a dinâmica da paisagem local. Diante disso, Santos (2006) define a paisagem como um conjunto de formas que, em um dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações entre homem e natureza.

A paisagem então pode ser compreendida apenas como uma porção da configuração territorial total, sendo possível abranger com a visão. Assim, quando se fala em paisagem, há também a necessidade de se fazer referência à configuração territorial da localidade (Santos, 2006).

Portanto, o território pode ser entendido como *“uma porção do espaço geográfico que coincide com a extensão espacial da jurisdição de um governo. Ele é o recipiente físico e o suporte político organizado sob uma estrutura de governo.”* (Gottmann, 2012: 523).

O município teve sua formação territorial e sua economia diretamente ligada à extração mineral aurífera, sendo reconhecida nacionalmente entre as décadas de 1980-1990. O processo de extração de ouro na região também teve papel fundamental na movimentação da economia local e nacional, pois a atividade garimpeira representou uma

porcentagem significativa no Produto Interno Bruto (PIB) nacional naquela época.

Neste contexto, essa pesquisa teve como objetivo entender como ocorreu a atividade garimpeira, bem como analisar todo o processo socioeconômico, político, cultural e ambiental dessa atividade no município de Peixoto de Azevedo-MT.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

O município de Peixoto de Azevedo está localizado ao extremo norte do estado de Mato Grosso a 661 km da capital Cuiabá, nas coordenadas geográficas 10°14'27,30" de latitude sul e 54°59'27,28" de longitude oeste (*Google Earth*, 2015). Possui um território de 14.399 km² segundo o IBGE (2015). As áreas de garimpo analisadas através de imagens de satélite estão muito próximas ao perímetro urbano (**FIGURA 1**).

2.2 Procedimentos metodológicos

Esse trabalho foi fundamentado no embasamento teórico com revisão da literatura em livros, artigos, jornais dentre outros, para contextualizar o processo implantação do garimpo e a formação do município de Peixoto de Azevedo (MT).

Para tratar da questão ambiental foram observados e analisados através do campo e imagens de satélite os garimpos legais e ilegais instalados nas zonas rural e urbana do município. Sites oficiais como o SEPLAN, IBGE e INPE também foram utilizados como fontes de pesquisas. O SEPLAN e o INPE auxiliaram nas análises realizadas a partir de bases cartográficas e imagens de satélite, bem como a ferramenta *Google Earth*. Enquanto o IBGE foi de fundamental importância no fornecimento de dados relativos à população local.

2.2.1 Confecção do mapa de localização

O mapa de localização foi elaborado em ambiente virtual (*ArcMap GIS 10.1*), utilizando-se os arquivos *shapefiles* correspondentes ao município. Os pontos foram demarcados a partir dos campos realizados e da aquisição das coordenadas. Utilizou-se a imagem do satélite artificial LANDSAT 8, da cena/órbita 226/67 nas bandas espectrais 6, 5 e 4, que possuem resolução espectral de 30 m, disponível pelo INPE. A base cartográfica foi composta pelas *shapesfiles* da malha geométrica dos municípios de Mato Grosso e da Base Cartográfica Contínua do Brasil - Hidrografia - 1:1.000.000, do IBGE disponíveis no Portal Brasileiros de Dados Abertos.

O mapa foi baseado nos dados registrados para a projeção cartográfica de coordenadas geográficas, datum SIRGAS2000, fuso 21S. E por fim exportados no formato JPEG (*Joint Pictures Expert Group*), que é um tipo de processo de compressão de imagens para que não ocorra a perda da qualidade das imagens e não gere um arquivo muito grande.

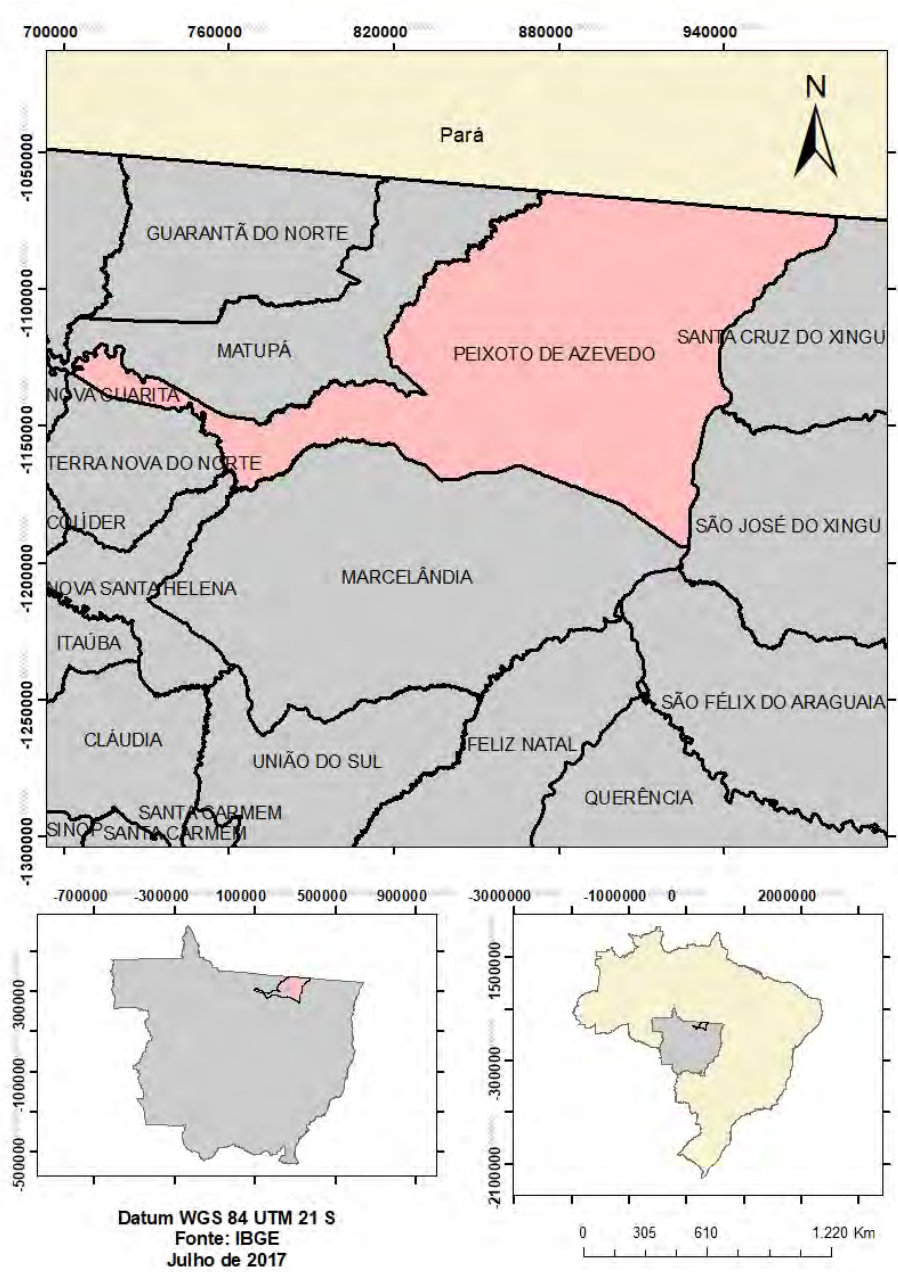
2.2.2 Aplicação de questionário e tratamento das respostas

Foi aplicado questionário semiestruturado para os moradores que vivem no município a mais de 30 anos e para os mineiros que hoje fazem parte da Cooperativa dos Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (COOGAVEPE), com o propósito de obter mais informações de como ocorreu o processo de ocupação e implantação do garimpo no município.

A aplicação dos questionários se realizou em dois momentos; primeiramente foram entrevistados os antigos garimpeiros do município e, em um segundo momento, os questionários foram aplicados aos garimpeiros que ainda estão em exercício. As entrevistas foram realizadas entre os meses de abril e outubro de 2016, totalizando um total de 355 entrevistados.

Segundo Bonie Quaresma (2005: 68-69) “A entrevista é uma técnica de coleta de dados que serão utilizados

FIGURA 1 Localização da área de estudo



em pesquisas nas Ciências Sociais, que auxiliam na obtenção de mais informações sobre o tema pesquisado”.

Os questionários foram semiestruturados e apresentam 16 perguntas abertas e fechadas que foram aplicadas durante o período diurno, sendo que sete por serem perguntas abertas obtiveram mais de uma resposta por parte dos entrevistados.

As informações obtidas através das entrevistas foram tabuladas, analisadas e interpretadas, onde a partir delas foram construídos gráficos, quadros e tabelas de uma maneira que possa ser retratado na pesquisa a opinião dos municípios em relação à atividade garimpeira.

3. Resultados e discussões

3.1 Processo histórico do município de Peixoto de Azevedo

O município de Peixoto está localizado ao extremo norte do estado de Mato Grosso a 661 km da capital Cuiabá. É um dos municípios do estado que faz parte do bioma Amazônico, porém há poucas evidências dessa vegetação atualmente. Isso se deve ao processo de exploração da região que se iniciou em meados dos anos 70, após a abertura da rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163), (Pontes, 2009).

Depois do descobrimento das primeiras jazidas de ouro na área, a notícia se espalhou por várias regiões do país; assim milhares de garimpeiros afluíram para o município, vindos especialmente de Itaituba e outras regiões garimpeiras do estado do Pará (Ferreira, 2008).

Assim, a atividade garimpeira iniciou-se às margens do rio Peixoto de Azevedo, tendo como principais consequências o massacre e consequentemente a expulsão dos povos indígenas Kreen-Akarore (Souza *et al.*, 2008).

A retirada da mata ciliar e a contaminação do rio Peixoto de Azevedo pelo mercúrio, que era utilizado pelos garimpeiros para facilitar na separação do ouro, causa danos ao meio ambiente

e a saúde humana (Pontes, 2003). Após a invasão do lugar, o INCRA fez a regularização fundiária em conjunto com a Cooperativa dos Garimpeiros, pedindo ao arquiteto Pedro Kirst a elaboração da planta para o lugarejo. Em seu período de exploração, a região viveu seu apogeu entre os anos de 1979-1992, quando o município de Peixoto de Azevedo era responsável por 10% da produção de ouro nacional (Ferreira, 2008).

Somente depois de 26 anos de exploração a região conseguiu elevar a categoria de município, sendo a sua emancipação oficializada em 13 de maio de 1986 (Pontes, 2009). Atualmente, o município ainda se destaca na produção de ouro no estado de Mato Grosso, possuindo boa parte de sua economia baseada na extração mineral de ouro.

3.2 Caracterização da área de garimpo

A atividade garimpeira vem sendo desenvolvida desde os primórdios da humanidade e tem sido importante no processo de formação e ocupação de vários territórios, principalmente no Brasil. O garimpo por sua vez consiste em áreas ricas em vários tipos de minérios, sendo os mais comuns o ouro e o diamante. O Código de Mineração, Decreto-Lei N° 227/67, em seu art. 70, considera a garimpagem como: “*O trabalho individual de quem utiliza instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis, na extração de pedras preciosas, semipreciosas e minerais metálicos ou não metálicos, valiosos, em depósitos de eluvião ou aluvião, nos álveos de cursos d’água ou nas margens reservadas, bem como nos depósitos secundários ou chapadas (grupiaras), vertentes e altos de morros, depósitos esses genericamente denominados garimpos.*” (Brasil, 1967).

Em Peixoto de Azevedo, as áreas de garimpo têm o predomínio do ouro e desde a década de 1970 a atividade vem sendo desenvolvida na região. A partir de imagens obtidas através do *Google Earth*, foi possível analisar algumas áreas de garimpos ativos atualmente (TABELA 1).

TABELA 1 Áreas de garimpo no município de Peixoto de Azevedo.

FONTE: IMAGENS EXTRAÍDAS DO GOOGLE EARTH. ELABORADO POR: ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Imagem	Coordenadas Geográficas		Área (ha)	Situação	Descrição da área
	Latitude Sul	Longitude Oeste			
	10°14'54.67"	55°00'04.22"	1.873,99	Ativo	Também localizada dentro da cidade e próxima ao Córrego das Lavadeiras, a área apresenta vários indícios de degradação ambiental como: desmatamento, degradação do solo, poluição do córrego e do lençol freático.
	10°12'52.88"	54°58'29.41"	1.873,99	Ativo	Próxima do rio que banha a cidade, essa área apresenta poucos indícios de degradação causada pelo garimpo, porém possui poucas evidências de sua vegetação nativa.
	10°15'01.02"	54°58'09.06"	469,93	Ativo	A área possui vários indícios de degradação ocasionados pela atividade garimpeira. Através da imagem ao lado pode-se observar que a área não possui mais cobertura vegetal e o solo se apresenta totalmente degradado, além de estar próxima a um canal do rio das Piranhas, acarretando possivelmente a poluição dele.

3.3 Aplicação dos questionários

Com uma pesquisa realizada com os atuais e antigos garimpeiros que residem no município de Peixoto de Azevedo, foi possível conhecer como ocorreu esse processo de exploração, quais as principais causas de migração das pessoas para a região e como vivem as pessoas que habitavam o local no auge do garimpo no município.

Na primeira questão foi perguntado aos entrevistados quanto tempo de residência ele possui no município. Das 355 pessoas, 46% delas residem entre 21 a 30 anos, 12 % de 31 a 40 anos, 34 % de 11 a 20 anos e 8 % 0 a 10 anos (TABELA 2).

TABELA 2 Tempo de residência no município de Peixoto de Azevedo.
FONTE: ELABORADA POR: ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Tempo de residência	Quant.	%
0 a 10 anos	26	8%
11 a 20 anos	119	34%
21 a 30 anos	164	46%
31 a 40 anos	46	12%
Total	355	100%

Na segunda questão perguntou-se para os entrevistados qual seria o seu estado de origem. Sendo que 75 % das pessoas vieram do estado do Maranhão, 9 % do estado do Piauí, 5 % do estado do Ceará, 3 % dos estados do Pará e Goiás e 5 % vieram de outros estados.

A outra questão levantada tinha como objetivo identificar a principal causa da vinda dessas pessoas para o município de Peixoto de Azevedo. Dessa forma, foi constatado que 58 % vieram por causa das jazidas de ouro, 19 % por causa da família, 14 % em busca de uma vida melhor e 9 % em busca de emprego.

Pode-se observar que nas três primeiras questões foram tratadas informações relacionadas com a migração dos entrevistados para Peixoto de Azevedo.

Dessa forma, comprova-se que o fator relevante para a formação do município tenha sido de fato a descoberta de jazidas de ouro na região entre meados dos anos 1970 e 1980, tendo em vista que a maioria dos entrevistados residem no município entre 20 a 30 anos e que 58 % resolveram migrar para a região em busca do ouro.

Quando perguntado sobre as dificuldades encontradas na região em sua chegada ao município, 216 entrevistados relataram que a malária foi o principal problema enfrentado pela população na região, tendo em vista que no início da exploração da área as pessoas encararam um período com uma vasta epidemia. A violência foi citada por 83 pessoas como um dos transtornos para os habitantes do até então povoado. Enquanto 23 relataram não ter encontrado moradia e emprego com facilidade, 12 dos entrevistados reclamaram da falta de estrutura da cidade naquela época e outros 108 disseram que não passaram por nenhum contratempo ao chegar ao município (TABELA 3).

TABELA 3 Dificuldades encontradas no município.
FONTE: ELABORADA POR: ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Quantidade	Respostas
216	Doenças (Malária)
83	Violência
18	Falta de moradia
12	Falta de estrutura da cidade
2	Passou fome
5	Procurar emprego
108	Nenhuma

Neste sentido, destaca-se a malária como principal problema enfrentado pela população, considerando que no período do auge do ouro vários garimpeiros tiveram suas vidas ceifadas pela doença. Isso porque nos garimpos há uma vasta quantidade de locais propícios para a proliferação dos vetores da doença e o maior contato entre o vetor e o homem

(Barbieri *et al.*, 2000). Outro fator preocupante naquela época era os grandes índices de violência na região, ocasionados várias vezes pela falta de estrutura e de segurança do município. Algumas pessoas relataram ter encontrado dificuldades para encontrar moradia, sendo que duas pessoas alegaram ter passado fome quando chegaram em Peixoto de Azevedo (TABELA 03).

Na sequência foi perguntado aos entrevistados como eles desenvolviam a extração do ouro, 50% responderam que extraíam o ouro do solo manualmente, 28% usavam a draga como ferramenta e 22% realizavam essa atividade com máquinas (PC's, tratores etc.).

As formas de extração do ouro foram evoluindo com o passar dos anos em Peixoto de Azevedo, por exemplo, quando esse processo se iniciou manualmente, ou seja, *“não eram utilizadas ferramentas adequadas para realizar essa atividade”* (Costa, 2014: 29).

Depois de algum tempo foram sendo introduzidas novas técnicas para a retirada do mineral do solo. Atualmente, nos garimpos que ainda estão em funcionamento no município, a maneira mais utilizada é a extração através das máquinas pesadas (PC's), o que facilita o trabalho dos garimpeiros.

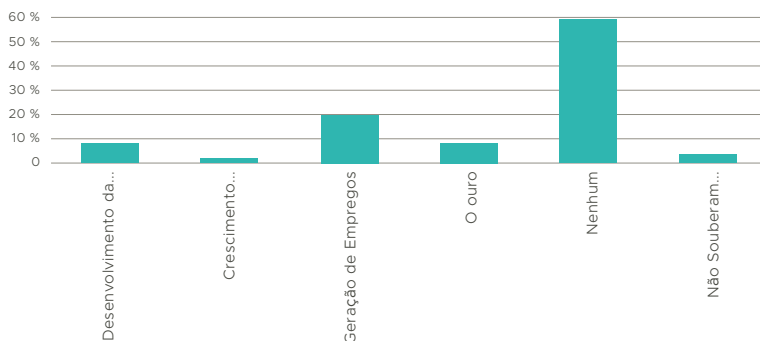
Na sexta pergunta, questionou-se aos entrevistados quais eram os pontos positivos da atividade garimpeira no município, 59% responderam que não vê nenhum tipo de benefício do garimpo na região, 21% disseram que os garimpos oferecem oportunidades de emprego para população local, 8% indicaram que o maior benefício dos garimpos é o ouro, 8% informaram que a atividade garimpeira tem contribuído no desenvolvimento da cidade, 1% respondeu que essa atividade está proporcionando o crescimento econômico da cidade e 3% não souberam responder (FIGURA 2).

Atualmente, com a implantação da cooperativa dos garimpeiros, o município vem se destacando na produção aurífera em Mato Grosso sendo por três anos consecutivos o maior produtor de ouro do estado (AMM, 2016). Vale destacar que boa parte da população que reside no município tem sua fonte de renda familiar baseada nos lucros adquiridos a partir dos garimpos. Durante as entrevistas algumas pessoas ressaltaram que realmente Peixoto de Azevedo detém uma pequena dependência da atividade garimpeira no que diz respeito ao desenvolvimento econômico do município.

Nesse sentido, pode-se considerar que a qualidade de vida da população está diretamente ligada

FIGURA 2 Principais pontos positivos da atividade garimpeira para o município.

FONTE: ELABORADA POR ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)



com a renda do município. Com a entrevista foi possível realizar uma comparação entre a qualidade de vida da população no começo da exploração com a situação atual.

No início, o município não possuía nenhum tipo de estrutura e as pessoas viviam aglomeradas em barracos, e não contavam com tratamento de água e os serviços de saúde não eram adequados, por esses motivos muitas pessoas classificaram a qualidade de vida entre os anos de 1970 a 1980 como péssima ou ruim. Dessa forma, quando questionados a respeito da qualidade de vida da população, 32% a classificaram regular, 48% ruim, 13% boa, 6% péssima e 1% ótima (Figura 3).

A atual situação da cidade também não agrada a boa parte dos entrevistados, pois muitos alegaram que apesar da cidade ter apresentado um crescimento expressivo no decorrer dos anos, ela ainda apresenta vários problemas de infraestrutura e nas áreas sociais.

Como sabe-se a atividade garimpeira causa vários danos ao meio ambiente. No início da exploração aurífera e do processo de povoação do município se fez necessária a retirada de boa parte da mata ciliar das margens do rio Peixoto de Azevedo, além disso, vários outros problemas ambientais

foram intensificando com esse processo, como: a degradação do solo, a poluição dos rios e suas margens entre outros.

Um dos grandes problemas ambientais enfrentados continua sendo o desmatamento e mesmo depois da implantação da Cooperativa dos Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (COOGAVEPE), responsável pela legalização dos garimpos, ainda existem os garimpos clandestinos, onde seus responsáveis, após o uso de determinadas áreas, não possuem nenhum tipo de compromisso em recuperar o local deixando-o totalmente degradado e inutilizável.

Nesse sentido, aos entrevistados foram questionados em relação aos principais danos que os garimpos causam ao meio ambiente. Desses, 315 disseram que o desmatamento é o principal dano causado ao meio ambiente, 228 indicaram que o garimpo também causa poluição dos rios (margens e nascentes) e outros 42 apontaram a degradação do solo e a poluição do ar como principal problema ambiental causado pelo garimpo (TABELA 4).

Como observou-se em uma questão anterior, o município de Peixoto de Azevedo passou por um período de epidemia de malária por ser uma área propícia para seu vetor se reproduzir. Porém, a

FIGURA 3 Como avaliam a qualidade de vida do município.

FONTE: ELABORADA POR ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

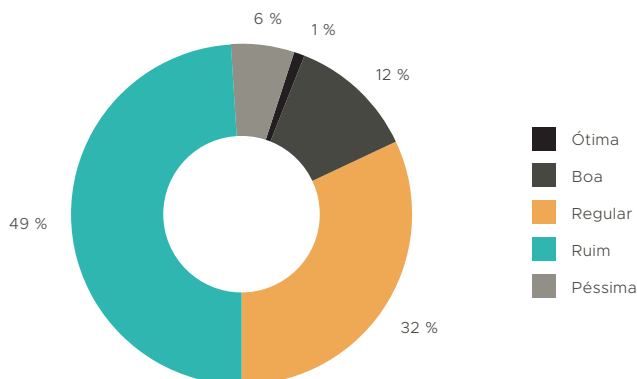


TABELA 4 Impacto ambiental devido a atividade garimpeira.

FONTE: ELABORADA POR ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Quant.	Respostas
315	Desmatamento
228	Poluição dos rios e nascentes
33	Destruição do solo
9	Poluição do ar
5	Muitos
7	Nenhum

população enfrentou outros problemas de saúde na cidade como as hepatites ocasionadas principalmente pela falta de saneamento e estrutura física do município entre os anos de 1970 a 1980. Ao questioná-los se a população enfrentou ou enfrenta problemas de saúde devido à atividade garimpeira praticada no município, 71% responderam que ‘Sim’ apontando doenças como malária, dengue, hepatites virais, problemas respiratórios e doença nos pulmões. Outros disseram que ‘Não’ (29%).

Com o crescimento da atividade garimpeira foi implantada com o apoio da prefeitura municipal o escritório regional da Companhia Mato-Grossense de Mineração (METAMAT), responsável pela regularização da mineração e a Cooperativa dos Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (COOGA-VEPE), para os pequenos trabalhadores (AMM, 2016). Porém, a Cooperativa tem desempenhado um importante papel nas questões ambientais. Com parcerias com as secretarias de Educação e Meio Ambiente tem promovido alguns projetos de educação ambiental nas escolas e com a sociedade.

Nas áreas de garimpo não tem sido diferente. Nos garimpos legalizados os proprietários são responsáveis por recuperar a área e reflorestar. Para que o reflorestamento seja possível há na cidade o viveiro municipal que conta com várias espécies de plantas nativas que são cultivadas e repassadas para essas áreas. Com base nos questionários

aplicados pode-se notar que a população acredita que a melhor forma de recuperar essas áreas seja o reflorestamento, porém há a necessidade de uma maior fiscalização no município, pois ainda existem os garimpos clandestinos.

Nesse sentido, na décima questão procurou-se saber dos entrevistados quais seriam os meios mais viáveis para recuperar as áreas degradadas pela atividade garimpeira, e 262 responderam que a melhor forma de recuperar é reflorestando a área, 52 disseram recuperar primeiro o solo para posteriormente reflorestar, 18 sugeriram que o governo devesse tomar cargo da situação, 10 indicaram a responsabilidade deve ser depositada nos garimpeiros, 25 responderam não optaram (pois na observação nada por ser feito) 41 não souberam responder (TABELA 5).

TABELA 5 Sugestões para recuperar as áreas destinadas ao garimpo.

FONTE: ELABORADA POR ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Quant.	Respostas
262	Reflorestamento
18	Projeto de educação ambiental por parte do governo
52	Recuperar e adubar o solo
11	Não poluir os rios
10	Responsabilidade dos garimpeiros
2	Melhorar a fiscalização nas áreas
25	Nada
41	Não souberam

Sobre a estrutura do município perguntou-se aos entrevistados o que mudou em Peixoto de Azevedo nos últimos anos desde a sua chegada à região. Alguns destacaram a saúde e a educação como os setores que mais evoluíram na cidade, assim como a estrutura das residências e ruas, porém muitos reclamaram que a cidade ainda possui muitas deficiências em sua infraestrutura e que isso vem acarretando alguns problemas ambientais e sociais.

O município teve sua ocupação de forma desordenada e desde então a mesma tem apresentado dificuldades em se desenvolver; nesse sentido, alguns munícipes ressaltaram que o município não apresentou nenhuma modificação considerável no decorrer dos anos, sendo insuficiente em alguns aspectos. Assim, a pesquisa apontou as principais mudanças indicadas pelos entrevistados, sendo que 119 indicaram a estrutura do município (ruas e casas), 184 o setor da saúde, 98 o setor da educação, 127 disseram que nada mudou (TABELA 6).

TABELA 6 Mudanças no município nos últimos anos.
FONTE: ELABORADA POR ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Respostas	Quant.
Saúde	184
Educação	98
Estrutura (ruas, casas etc.)	119
Tudo	1
Violência diminuiu	1
Nada	127
Total	530

Estima-se que entre as décadas de 1970 e 1980 o município possuía cerca de 100 mil habitantes, dessas muitas vieram em busca de conquistar uma ótima qualidade de vida para a família e outros em busca do enriquecimento (Pontes, 2003).

Porém, grande parte não conseguiu conquistar seus objetivos, segundo relatos de algumas pessoas isso ocorreu porque muitos não faziam bons investimentos de seus lucros e outros eram enganados na hora da venda do ouro. Mas, há também aqueles que conseguiram multiplicar os seus bens e hoje possuem a qualidade de vida que pretendiam e são donos de grandes propriedades no município. Assim, foi questionado aos entrevistados se eles haviam conseguido alcançar os objetivos que almejavam quando chegaram à região, 58% responderam que ‘Não’ e 42% disseram que ‘Sim’.

Baseada na pergunta anterior, a última questão procurou saber dessas pessoas se elas desejavam retornar a sua região de origem e várias foram às respostas. As pessoas que responderam ‘Sim’ relataram que o desejo de retornar advém de motivos relacionados com família, porém as outras reclamaram da falta de desenvolvimento da cidade e da dificuldade de encontrar emprego.

As que responderam ‘Não’ são pessoas que estão satisfeitas com suas condições financeiras e de vida ou possuem algum topofilia pela cidade. A partir disso, observa-se que a maioria dos entrevistados possuem a intenção de morar em Peixoto de Azevedo e mesmo com ressalvas, a cidade continua sendo um bom lugar para se viver (TABELA 7).

TABELA 7 Pessoas que desejam ou não deixar o município.
FONTE: ELABORADA POR ANTÔNIA BRITO FARIAS (2016)

Quant.	Respostas
17	Sim (Peixoto fica cada dia pior)
54	Sim (Por causa da família)
31	Sim (A outra cidade é melhor que Peixoto)
4	Sim (Porque Peixoto possui poucas oportunidades de emprego)
11	Sim (Porque gostava de morar na outra cidade)
1	Sim (Porém, na outra cidade não possui muitas oportunidades de emprego)
3	Sim (Porque possui algumas posses na região)
6	Não (Porém, tem vontade de ir morar em outro lugar)
57	Não (Gosta de morar em Peixoto)
17	Não (Conquistou o que tudo o que queria)
20	Não (A família toda mora em Peixoto)
9	Não (Não tem motivos para voltar)
8	Não (Peixoto é melhor que a outra cidade)
39	Não (Peixoto é um bom lugar para se viver)
10	Não (Porque Peixoto possui mais oportunidades de emprego do que a outra cidade)
53	Não (Porque conseguiu conquistar alguns bens e construir uma família)
6	Não (Porque possui uma boa qualidade de vida na cidade)

Contudo, através da pesquisa realizada com os moradores do município de Peixoto de Azevedo é possível afirmar que a mineração aurífera contribuiu muito para a formação do município, sendo importante em vários setores, principalmente no econômico. E mesmo, depois de três décadas, a atividade garimpeira ainda ocupa um lugar de grande importância no desenvolvimento de Peixoto de Azevedo, fazendo com que ela se destaque a nível estadual na produção de ouro.

4. Conclusões

Embora a exploração aurífera no município de Peixoto de Azevedo tenha se iniciado de forma desorganizada, pode-se observar que ela teve um papel fundamental na formação e desenvolvimento do município. Porém, os garimpos desencadearam muitos problemas ambientais e sociais. Uns demoraram algum tempo para se recompor, outros como o desmatamento, por exemplo, se encontram sem uma solução cabível.

No decorrer da realização desta pesquisa, pode-se verificar que a atividade garimpeira continua

ocupando um lugar de destaque no atual cenário de desenvolvimento do município de Peixoto de Azevedo-MT. Porém, deve haver uma preocupação maior com questões relacionadas principalmente com o meio ambiente.

A garimpagem evoluiu muito no município durante os anos, mas mesmo com a regularização e legalização dos garimpos realizados pela Cooperativa dos Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (COOGAVEPE) e pela Companhia Mato-Grossense de Mineração (METAMAT), precisa-se atentar um pouco mais com a questão dos garimpos clandestinos que ainda existem não só em Peixoto de Azevedo mais também em boa parte do estado de Mato Grosso.

Atualmente, o município ainda enfrenta muitos problemas estruturais e sociais como a falta de saneamento básico, problemas nos setores da saúde e educação, falta de estruturas das ruas e entre outros. Além disso, o mercado de trabalho encontra-se limitado, fazendo com que as pessoas voltem aos garimpos. Cabe ao poder público encontrar uma forma viável para solução desses problemas.

5. Referências citadas

- AGNOLETTI, E. 2013. *Caracterização litológica e identificação de alvos exploratórios na região de Flor da Serra, Província Aurífera Alta Floresta (MT), utilizando dados magnéticos e geoeletricos*. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. Dissertação de Mestrado. (Inédito).
- ASSOCIAÇÃO MATOGROSSENSE DOS MUNICÍPIOS (AMM). 2016. *Garimpo é alternativa para diversificar a economia nos municípios*. Disponível em: <http://www.amm.org.br/Noticias/>. [Consulta: novembro, 2016].
- BARBIERI, A. F.; FILHO SOARES, B. S. e L. C. COELHO. 2000. Uso da terra e malária: uma análise espacial para o norte de Mato Grosso, 1992 a 1995. *Anais do Sexto Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. 1-22. Campinas-Brasil (20-27 de setembro).
- BONI, V. e S. J. QUARESMA. 2005. "Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais". *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*, 2(1/3): 68-80.
- BRASIL. 1967. *Código de Mineração: e legislação correlata*. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2011. 120 p. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/496300/000961769.pdf?sequence=1>. [Consulta: novembro, 2016].

- BRASIL. 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil 1988*. 17. ed. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do estado de Minas gerais, 2015. Disponível em: <http://www.pm.pe.gov.br/>. [Consulta: outubro, 2015].
- COSTA, J. B. da. 2014. *Percepção ambiental da comunidade de Alto Alegre na implantação do garimpo no município de Matupá-MT*. Universidade do Estado de Mato Grosso. Tangará da Serra, Brasil. Trabalho de Conclusão de Licenciatura. (Inédito).
- FARIAS, C. E. G. 2002. *Mineração e Meio Ambiente*. Relatório preparado para o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf>. [Consulta: outubro, 2015].
- FERREIRA, J. C. V. 2008. *Cidades de Mato Grosso: Origem e significação de seus nomes*. Editora Buriti. Cuiabá, Brasil.
- GOOGLE EARTH WEBSITE. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. [Consulta: outubro, 2015].
- GOTTMANN, J. 2012. "A evolução do conceito de território". *Boletim Campineiro de Geografia*, 3(2): 523-545.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). 2015. *Cidades*. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>. [Consulta: outubro, 2015].
- PIAIA, I. I. 1999. *Geografia de Mato Grosso*. EdUNIC. Cuiabá, Brasil.
- PONTES, V. D. 2003. *Na trilha do ouro*. Editora Amazônia Ltda. Sinop, Brasil.
- PONTES, V. D. 2009. *Na trilha do ouro*. Editora Amazônia Ltda. Sinop, Brasil.
- SANTOS, M. 2006. *A natureza do espaço*. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.
- SILVA, J. P. S. 2007. "Impactos ambientais causados por mineração". *Espaço da Sophia*, 8(1): 1-13.
- SOUZA, L. C. D. de; CARVALHO, M. C. de; CORRÊA, B. S. e M. P. SILVA. 2008. "Consequências da atividade garimpeira nas margens do rio Peixoto de Azevedo no perímetro urbano do município de Peixoto de Azevedo-MT". *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8(2): 220-231.

Estimación de la oferta hídrica

en una microcuenca sin mediciones
de los Andes venezolanos

Water supply estimate in an ungauged
micro-basin in the Venezuelan Andes

Daniela Cristina Rey Romero¹

José Antonio Pérez Roas²

Ángela María Henao Orozco²

¹ Universidad Nacional Experimental del Táchira, Departamento de Ingeniería Ambiental, Laboratorio de Investigación Ambiental y Desarrollo Sostenible. San Cristóbal, Venezuela

² Universidad de Los Andes, Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Mérida, Venezuela

Resumen

Con el fin de estimar la oferta hídrica en la microcuenca de la quebrada San José en los Andes venezolanos, se aplicó el método empírico de transposición de caudales, considerando a la cuenca del río Grita como cuenca patrón. Se extendió el registro de caudales mensuales del río Grita a través del modelo SIHIM, calibrado con resultados aceptables para un estudio exploratorio ($r = 0,62$; $R^2 = 0,33$; $NSE = 0,33$; $PBIAS = -32\%$ y $RSR = 0,82$), dada la calidad de la información hidroclimática disponible. Las series de caudales mensuales pseudohistóricas obtenidos para la quebrada San José se ajustaron a distribuciones teóricas de probabilidad Normal y Log-Normal, lo cual permitió conocer la variación estacional de la escorrentía en la microcuenca, encontrando que los caudales mínimos se presentan en los meses de enero a marzo, con valores cercanos a los 50 L/s para una probabilidad de excedencia de 95%.

PALABRAS CLAVE: cuencas sin mediciones; transposición de caudales; oferta hídrica; variación estacional; SIHIM.

Abstract

To estimate the water supply in the micro-basin Quebrada San José in the Venezuelan Andes, the empirical method of streamflow transposition was applied, by using the Grita River basin as the gauged basin. The Grita River monthly streamflow data was extended by using the SIHIM model, which was calibrated with accepted results for an exploratory study ($r = 0.62$; $R^2 = 0.33$; $NSE = 0.33$; $PBIAS = -32\%$ and $RSR = 0.82$) given the quality of the hydroclimatic data available. The pseudo-historical monthly streamflow series obtained for the San José stream were adjusted according to theoretical distributions of Normal and Log-Normal probability, which showed the seasonal variation of runoff in the micro-basin determining the lowest streamflow to be between January and March with values close to 50 L/s, giving an exceedance probability of 95%.

KEY WORDS: ungauged water basins; streamflow transposition; water supply; seasonal variation; SIHIM.

1. Introducción

En la planificación de los recursos hídricos es fundamental el manejo de inventarios que, para un territorio determinado, indiquen la cantidad de agua que drena un cauce fluvial, se almacena en lagos o embalses, o se encuentra en el subsuelo. En este sentido, para definir la disponibilidad de agua en una cuenca, en forma de escorrentía superficial, es esencial contar con suficientes y adecuadas mediciones de caudal. Sin embargo, en muchas regiones del mundo existen numerosos ríos que no han sido aforados o que poseen períodos de registro muy cortos, lo cual representa un obstáculo en la toma de decisiones respecto al aprovechamiento del recurso hídrico para diferentes fines (Swain y Patra, 2015).

Sivapalan *et al.* (2003) explican que una cuenca sin mediciones es aquella que posee registros insuficientes de varias observaciones hidrológicas, lo cual imposibilita el análisis del ciclo hidrológico a escalas espaciales y temporales apropiadas. En otras palabras, los registros existentes son inadecuados (o simplemente no existen) y, por lo tanto, no se puede lograr un nivel de precisión aceptable para una determinada aplicación práctica. En estos casos, los hidrólogos han venido implementando diferentes estrategias que permiten estimar la disponibilidad de agua en una cuenca a través de métodos indirectos, entre los cuales están: métodos empíricos, método racional, hidrogramas unitarios y modelos de simulación paramétrica, entre otros (Sivapalan *et al.*, 2003; Blöschl, 2016).

Sokolov *et al.* (1981) plantearon métodos empíricos para determinar el caudal medio de un río sin estaciones de aforo, tales como: mapas de isolíneas de escorrentía, transposición de caudales desde una cuenca con datos a una cuenca sin información (mediante un factor que relaciona las precipitaciones medias anuales de cada una de las cuencas), y a través de la ecuación del balance hídrico, omitiendo los términos de almacenamiento.

Entre estas técnicas empíricas, la transposición de caudales se ha venido aplicando en distintos países, con resultados aceptables. Gan *et al.* (1991) mencionan que para el cálculo del factor de transposición, además de la precipitación, se debe considerar el área de drenaje de cada cuenca debido a que de esta forma han encontrado mejores aproximaciones. Aplicaciones de este método se encuentran en estudios realizados en Colombia (Gómez y Hernández, 2016; Ruiz, 2016; Barreto y Torres, 2015; Duitama y Moreno, 2015; Pérez, 2014), El Salvador (Bercián y Palomo, 2004), Perú (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2013), Chile (Romero, 2015; Jaramillo, 2013; Vargas *et al.*, 2012), Ecuador (Gutiérrez y Sánchez, 2017), Venezuela (Hernández, 2010; Peña, 2006; Naranjo y Duque, 2004), Estados Unidos (Mohamoud y Parmar, 2006) y el Reino Unido (Goodwin y Young, 2007), entre otros.

Por otra parte, Azpurua y Gabaldón (1976) señalan que además de cuantificar los volúmenes de agua disponibles en una cuenca hidrográfica, para la planificación de los recursos hídricos resulta imprescindible analizar su probabilidad de ocurrencia; es decir, los patrones de variabilidad con que estos volúmenes fluyen en el tiempo. No obstante, en muchos estudios en los que se han aplicado métodos empíricos para estimar disponibilidad hídrica, los cálculos se han limitado a conocer el caudal medio anual, que si bien puede ser útil para algunas aplicaciones, no revela cómo es la variación estacional del caudal en un cauce (Mohamoud y Parmar, 2006), información de gran importancia para la gestión integral del agua.

Por esta razón, el propósito de este trabajo fue ilustrar el uso de una metodología relativamente fácil de emplear, para estimar la disponibilidad de agua y su variación estacional en una microcuenca sin mediciones, a un nivel exploratorio, aplicándola a un caso de estudio en Venezuela, ya que la falta de información hidrológica en este país,

dificulta que las autoridades competentes puedan tomar decisiones objetivas en lo concerniente a la tramitación de autorizaciones y aprobaciones de concesiones, asignaciones y licencias de aprovechamiento de recursos hídricos.

2. Área de estudio

Para el estudio se seleccionó la microcuenca de la quebrada San José, ubicada en la cordillera de los Andes venezolanos, entre las coordenadas 887100 y 899460 m N y 832000 y 827310 m O, la cual forma parte del municipio Jáuregui del estado Táchira, ocupando un área aproximada de 42,33 km². Hidrográficamente pertenece a la cuenca alta del río Grita, por lo que se encuentra dentro de la región hidrográfica del lago de Maracaibo y golfo de Venezuela. La quebrada San José no cuenta con suficientes registros de caudales, existiendo únicamente algunos valores puntuales medidos por el Instituto para la Conservación y Control de la Cuenca del Lago de Maracaibo (ICLAM, 2013) durante el período 2010-2012, justo antes de su confluencia con el río Grita.

El cauce principal posee una longitud de aproximadamente 15,73 km desde el páramo La Tigra hasta su desembocadura en el mencionado río; cuenta con una serie de afluentes, en su mayoría de régimen permanente, destacando, por su magnitud, la quebrada Aguas Calientes, con una longitud estimada de 11,12 km. La microcuenca posee un relieve muy escarpado, con cotas mínima y máxima de 1.380 m y 3.620 m, respectivamente y una pendiente media de 58% (Rey, 2017).

La principal ocupación del territorio está representada por el uso rural asociado a parcelas agrícolas, generalmente distribuidas a lo largo de las vías. Pacheco *et al.* (2006) destacan que la horticultura, los pastos no mejorados y la vegetación arbustiva/arbórea alta son los principales usos de la tierra. Según el último censo sanitario,

realizado por las enfermeras locales, para el año 2016 se tenían 1.817 habitantes y 530 viviendas (Rey, 2017).

Es importante destacar que en esta investigación, por intereses de los usuarios de la cuenca, se excluyó el área de drenaje de la quebrada Aguas Calientes, limitando el alcance del estudio a conocer la disponibilidad hídrica de la quebrada hasta un punto aguas arriba de la confluencia con dicho afluente, tal como se observa en la FIGURA 1.

3. Metodología

3.1 Selección de la cuenca patrón

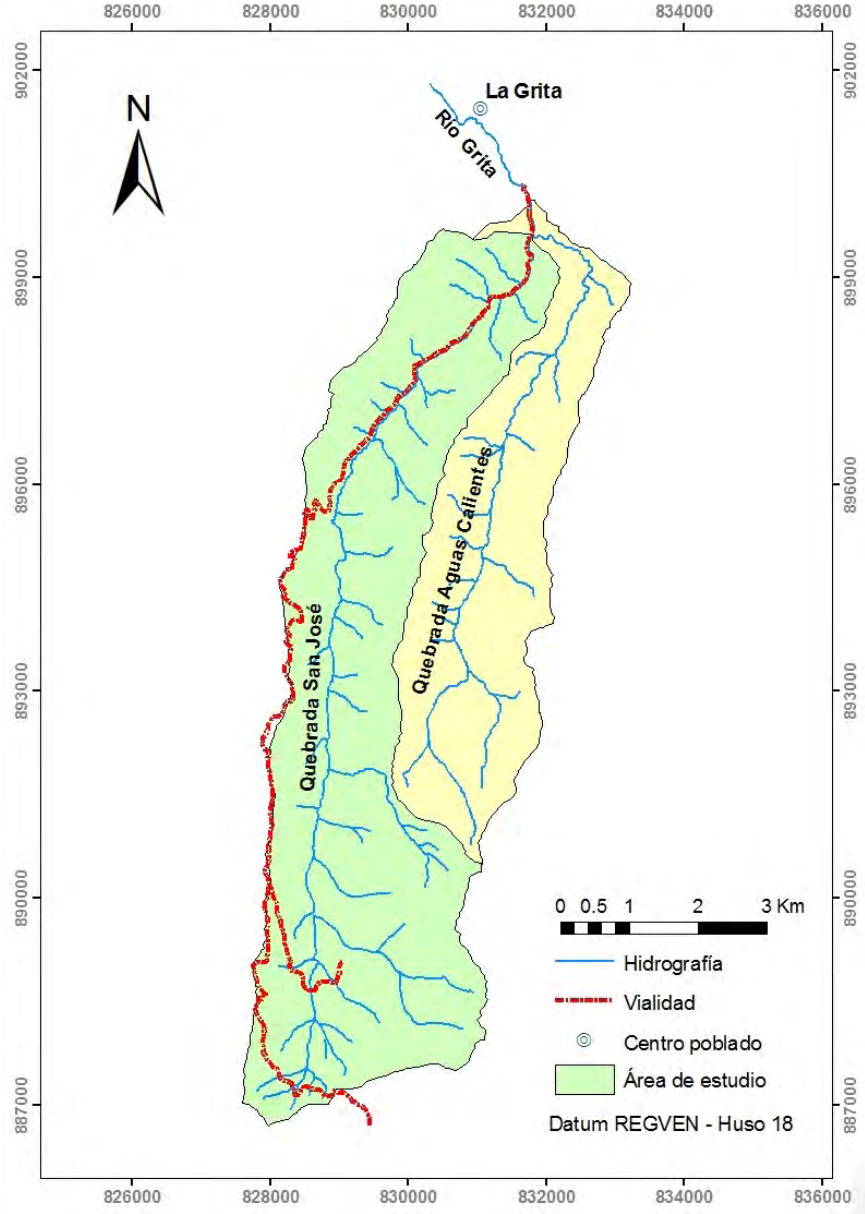
Se aplicó el método de transposición de caudales, cuyo primer paso es seleccionar una cuenca patrón que sea semejante a la cuenca de estudio y posea registros históricos de escorrentía. Autores como Sokolov *et al.* (1981) y Ruiz (2016) recomiendan tomar en cuenta las características fisiográficas, hidrográficas y morfológicas para establecer la semejanza entre cuencas.

Para este estudio, se consideró a la cuenca del río Grita como cuenca patrón, debido a que la quebrada San José es afluente de este río y ambas cuencas presentan características similares. Adicionalmente existen registros de aforos diarios y mensuales del río Grita durante un lapso comprendido entre abril de 1968 a junio de 1976 (MARN, 2010), medidos en la estación hidrométrica Panamericana (serial 0213), abarcando un área de drenaje de 683,59 km².

3.2 Recopilación de información base de la cuenca patrón

Debido a que el registro de caudales del río Grita no era lo suficientemente extenso para lograr un adecuado análisis estadístico, se procedió a extender la serie de caudales a través de simulación hidrológica. En este estudio se aplicó el Modelo de Simulación Hidrológica Mensual (SIHIM) de-

FIGURA 1 Microcuenca quebrada San José



sarrollado por Duque y Barrios (1988), debido a que existen diferentes experiencias en Venezuela que han demostrado resultados satisfactorios al utilizarlo, dadas las condiciones de escasez de información hidroclimática que prevalecen en el país (Lairet y Córdova, 2016; Duque y Delgadillo, 2016; Barrios y Quiñonez, 2014; Vargas, 2014; Peña, 2006).

Es relevante mencionar que en la microcuenca de la quebrada San José no existen obras de regulación de caudales y las principales tomas de agua se realizan directamente en el cauce, por lo cual sería más apropiado trabajar con datos diarios de caudal para estimar la oferta hídrica. A pesar de que se tienen registros de aforos diarios del río Grita (cuenca patrón), para los años 1969 a 1974, se decidió trabajar con un modelo de simulación mensual, debido a que la calidad de los datos de precipitación diaria registrada por las estaciones existentes en el área de influencia era muy pobre (se tiene una importante proporción de datos faltantes), lo cual dificultaba la calibración del modelo.

Para el ingreso de datos al modelo SIHIM, no se consideraron los años 1968 y 1976, por estar incompletos; así como tampoco el año 1975, debido a que se presentaban inconsistencias en los valores para algunos meses, al contrastar éstos con la data de precipitación de las estaciones de influencia para ese mismo año. Por lo tanto, se trabajó con 6 años de registro (1969 a 1974).

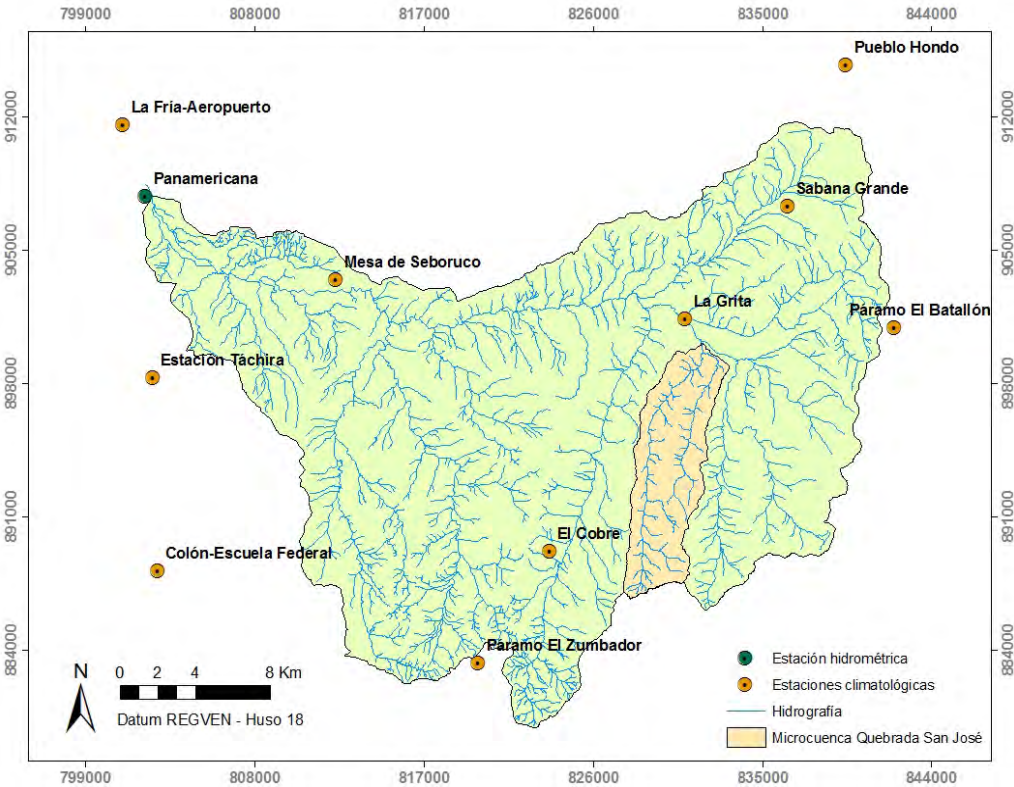
Con respecto a la información climática, el modelo SIHIM requiere, como variables de entrada, datos de precipitación y evaporación mensual para las estaciones ubicadas en el área de influencia de la cuenca. Se seleccionaron las estaciones de precipitación que funcionaron durante el período 1968 a 1997, correspondiente al período más extenso encontrado en cuanto a datos de precipitación. De esta manera, se pudo generar la mayor serie de caudales posible.

En la FIGURA 2 se aprecia la ubicación de las estaciones de precipitación seleccionadas y de la estación hidrométrica con respecto a la cuenca patrón y a la cuenca de estudio. Los datos de precipitación mensual se tomaron de la base de datos del antiguo Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2010). Al explorar la calidad de los datos se encontró que varias estaciones poseían sus registros incompletos, existiendo meses con datos englobados (valores de varios meses agrupados) y datos faltantes, por lo que fue necesario desagregar y estimar dichos valores, siguiendo las metodologías que explican Linsley *et al.* (1977) y Guevara (2003).

En el caso de la evaporación mensual sobre la cuenca patrón, las cuatro estaciones de la cuenca que han medido este parámetro no poseen un período común de registro, razón por la cual se decidió trabajar únicamente con la estación La Grita (serial 3083), la cual posee un registro con una extensión aceptable, comprendido por el período 1963 a 1983. No obstante, se utilizaron únicamente los promedios mensuales de evaporación para ingresar al modelo SIHIM, debido a que dicho lapso de tiempo no coincidía con los registros de precipitación. Peña (2006) señala que este supuesto es aceptable debido a que permite manejar un valor representativo de la evaporación en la cuenca ante la carencia de datos en los años seleccionados para la simulación.

Como información adicional de la cuenca patrón, requerida por el modelo SIHIM, se determinó el área de influencia de las estaciones de precipitación, mediante polígonos de Thiessen; la precipitación media sobre la cuenca se estimó por el método isoyético y se revisaron estudios de suelos realizados en la cuenca, de los cuales se pudo concluir que los suelos predominantes son de texturas gruesas, principalmente Franco Arenosos (Laboratorio Bioambiental, UNET, 2015).

FIGURA 2 Cuenca del río Grita hasta la estación Panamericana



3.3 Extensión del registro de caudales de la cuenca patrón

En primer lugar se procedió a calibrar el modelo, proceso que busca reproducir el comportamiento de la escorrentía observada a partir de algunas variables de entrada, con el fin de obtener ciertos parámetros que definen el ciclo hidrológico regional. El desempeño del modelo SIHIM se evaluó a través de distintos estadísticos como el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r), el coeficiente de determinación (R²) y los estadísticos recomendados por Moriasi *et al.* (2007), (ecuaciones 1, 2 y 3) para la evaluación de modelos hidrológicos, los cuales son el coeficiente de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE), el sesgo porcentual (PBIAS) y la relación entre la raíz del

error medio cuadrático y la desviación estándar de las observaciones (RSR).

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_{media})^2} \right] \tag{1}$$

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim}) \times 100}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs})} \right] \tag{2}$$

$$RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2} \right]}{\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_{media})^2} \right]} \tag{3}$$

Donde:
Y_i^{obs}: iésimo dato observado del caudal mensual
Y_i^{sim}: iésimo valor simulado del caudal mensual
Y_{media}: media de los datos observados
n: número de datos

NSE relaciona la varianza de los residuales con la varianza de los observados (Nash y Sutcliffe, 1970); puede tomar valores que van desde $-\infty$ a 1, siendo 1 su óptimo valor. Moriasi *et al.* (2007) mencionan que generalmente se han considerado valores entre 0,0 a 1,0 como indicadores de un nivel de desempeño aceptable del modelo. Por otra parte, PBIAS mide la tendencia promedio de los valores simulados a ser mayores o menores que los valores observados; valores positivos indican subestimaciones y valores negativos indican sobreestimaciones (Gupta *et al.*, 1999). En el caso de RSR, con este cálculo se obtiene una medida estandarizada del error presente en los valores simulados, pudiendo variar desde 0,0 (su óptimo valor) hasta valores mayores positivos (Moriasi *et al.*, 2007).

Como resultado de la calibración se estimaron los parámetros del modelo y, a partir de éstos y de los datos de precipitación y evaporación, se extendió el registro de caudales medios del río Grita para un período de 29 años (1969 a 1997).

3.4 Transposición de caudales

Siguiendo la metodología que propusieron Gan *et al.* (1991), la oferta hídrica en la microcuenca de estudio se estimó aplicando un factor de corrección o transferencia a los caudales pseudohistóricos generados para la cuenca patrón, a través de las ecuaciones 4 y 5.

$$T_c = \left(\frac{A_{est}}{A_{pat}} \right) \left(\frac{P_{est}}{P_{pat}} \right) \quad (4)$$

$$Q_{est} = Q_{pat} \times T_c \quad (5)$$

Donde:

T_c : factor de corrección de la microcuenca en estudio

A_{est} : área de la microcuenca en estudio (km^2)

A_{pat} : área de la cuenca patrón (km^2)

P_{est} : precipitación media mensual de la microcuenca en estudio (mm)

P_{pat} : precipitación media mensual de la cuenca patrón (mm)

Q_{est} : caudal medio mensual para la microcuenca en estudio (m^3/s)

Q_{pat} : caudal medio mensual para la cuenca patrón (m^3/s)

Aunque algunos autores utilizan la precipitación media anual para el cálculo del factor de corrección, en este trabajo se optó por corregir los caudales mensuales considerando la precipitación mensual correspondiente. Este procedimiento se consideró más apropiado, debido a que los caudales obtenidos para los meses secos eran significativamente menores que aquellos conseguidos utilizando el factor con precipitación anual. Las precipitaciones medias mensuales para ambas cuencas se estimaron a partir de isoyetas, considerando los valores registrados durante el período 1968 a 1997 por las estaciones seleccionadas.

Es relevante mencionar que la transposición se hizo, en primer lugar, abarcando toda el área de drenaje de la microcuenca, debido a que se buscaba comparar los caudales obtenidos con aquellos que midió el ICLAM durante el período 2010-2012. Posteriormente, se realizó otra transposición considerando únicamente la superficie seleccionada para este estudio.

3.5 Ajuste de los datos a una distribución de probabilidad

Con el fin estimar el caudal disponible para una probabilidad específica, y un cierto nivel de confiabilidad, se realizaron pruebas de bondad de ajuste a las distribuciones teóricas Normal y Log-Normal, para las distintas series de caudales medios mensuales generados. En principio se realizó un ajuste gráfico utilizando papeles de probabilidad, según la metodología que explica Villón (2006). La probabilidad empírica se calculó a partir de la ecuación de Weibull (citado por Linsley *et al.*, 1977), que se presenta en la ecuación 6.

$$P_{X < x} = \frac{m}{n + 1} \tag{6}$$

Donde:

$P_{X < x}$: probabilidad de que la variable X sea menor al valor x

n: número total de valores

m: posición de un valor en una lista ordenada por magnitud ascendente

Adicionalmente, a cada serie se le aplicó la prueba de Smirnov-Kolmogorov, para un nivel de significancia del 5 % a través del software AJUSTEV3, desarrollado por Duque (2006).

3.6 Generación de curva de variación estacional

Finalmente, con las funciones de distribución de probabilidad seleccionadas y el *software* AJUSTEV3, se procedió a determinar los caudales mensuales asociados a distintas probabilidades de excedencia. Estos valores se graficaron en una curva de variación estacional, permitiendo conocer una aproximación de la variabilidad temporal de la oferta hídrica en la microcuenca.

4. Resultados

4.1 Caudales pseudohistóricos del río Grita

Se realizó la calibración del modelo SIHIM para la cuenca del río Grita, durante el período 1969 a 1974. Los valores de los parámetros y variables obtenidos con la calibración se indican en el CUADRO 1. En la FIGURA 3 se presenta el hidrograma de los caudales observados y simulados y el hietograma de la precipitación media para el período considerado.

En cuanto a la evaluación del desempeño del modelo, se obtuvo un coeficiente de correlación lineal (r) de 0,62 y un coeficiente de determinación (R²) de 0,38. Si bien estos resultados sugieren que el grado de colinealidad de los valores observados

CUADRO 1 Parámetros y variables obtenidos en la calibración del modelo SIHIM para la cuenca del río Grita

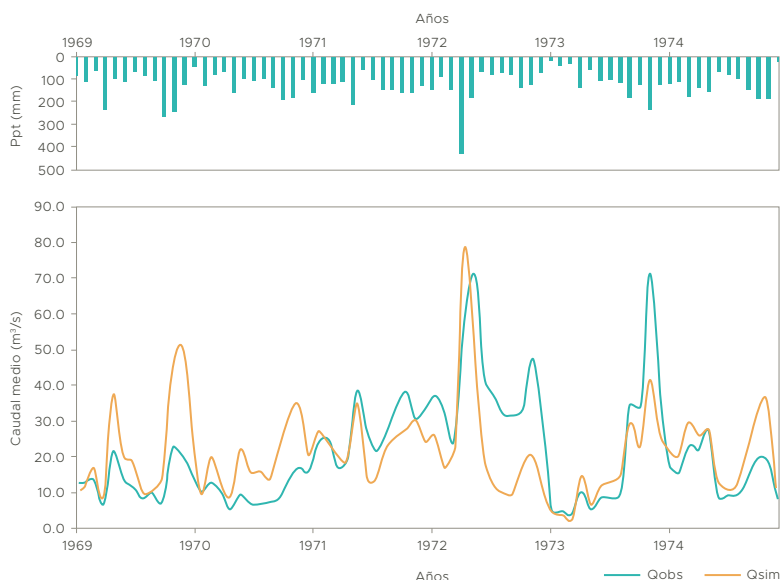
Parámetro/Variable	Valor
CINF (mm)	75,00
HSN (mm)	50,00
CT	0,79
PQB	0,30
PFSE	0,10
PESC	0,70
AIHS (mm)	30,00
AIAS	100,00
AISUP (mm)	0,00

y simulados es bajo, se debe recordar que estos estadísticos son muy sensibles ante valores extremos (Legates y McCabe, 1999), especialmente cuando se maneja una serie de tiempo tan corta como la que se utilizó en este estudio.

Por otra parte, gráficamente puede apreciarse que los caudales simulados mantienen, hasta cierto punto, la tendencia de los caudales observados (FIGURA 3). No obstante, se obtuvo un valor de PBIAS de -32 %, el cual indica que la tendencia promedio de los valores simulados es a sobreestimar los caudales observados. Así mismo, se obtuvo un NSE de 0,33 y un RSR de 0,82. Según Moriasi *et al.* (2007), el desempeño de un modelo de simulación hidrológica es satisfactorio si $NSE > 0,70$; $RSR \leq 0,70$ y $PBIAS < \pm 25 \%$. Sin embargo, estos criterios se establecieron para simulaciones continuas durante períodos prolongados y para datos hidroclimáticos con altos estándares de calidad.

En este punto es importante recordar que la calidad de los datos hidroclimáticos utilizados no era la idónea, ya que: i) los datos de precipitación ingresados al modelo SIHIM poseían gran cantidad de datos faltantes y englobados; ii) se trabajó con promedios mensuales de evaporación; iii) para algunos años, los datos de caudal presentaban inconsistencias al contrastarlos con los datos de precipitación registrados por las estaciones en la

FIGURA 3 Caudales observados y simulados y precipitación media en la cuenca patrón durante el período 1969 a 1974



cuenca del río Grita; y **iv)** la calibración se realizó con una serie de tiempo muy corta (6 años). Estas circunstancias permiten justificar que se tenga flexibilidad al momento de juzgar el desempeño del modelo de simulación (Moriassi *et al.*, 2007).

Por otra parte, tal como expresa Refsgaard (1997), la validación de un modelo permite demostrar que, para un lugar específico, el modelo tiene la capacidad de realizar simulaciones suficientemente exactas, entendiendo que el grado de exactitud puede variar según los objetivos del proyecto. Adicionalmente, los parámetros obtenidos durante la calibración arrojaron valores coherentes para la cuenca y, debido a que fueron los resultados más aceptables que se pudieron obtener después de numerosos intentos, se decidió trabajar con ellos dejando claro que los resultados obtenidos corresponden a un estudio exploratorio y que poseen un grado alto de incertidumbre, por lo que deberán afinarse en caso de requerir un mayor nivel de exactitud para futuros estudios.

Consecuentemente, a partir de los parámetros obtenidos con la calibración, se realizó la simulación de caudales mensuales del río Grita para el período 1969 a 1997.

4.2 Caudales seudohistóricos de la quebrada San José

Se aplicó la transposición de caudales, obteniendo 12 series de caudales mensuales para la quebrada San José hasta su confluencia con el río Grita, valores que arrojaron un promedio de 0,79 m³/s. Este valor se comparó con el promedio obtenido por el ICLAM (2013), a partir de aforos puntuales de la quebrada en un sitio cercano a la confluencia con el río Grita, en épocas de lluvia y estiaje durante los años 2010 a 2012 (CUADRO 2).

El promedio de dichos aforos resultó en 1,05 m³/s, el cual a pesar de no ser representativo estadísticamente, permite concluir que el valor obtenido mediante transposición se mantiene en el orden de magnitud de los valores medidos, por

CUADRO 2 Resultados de aforos realizados por el ICLAM (2013) en la quebrada San José antes de su confluencia con el río Grita (período 2010-2012)

Fecha	18/10/2010	19/10/2010	20/10/2010	11/04/2011	12/04/2011	13/04/2011	24/10/2011	25/10/2011	26/10/2011	12/03/2012	13/03/2012	14/03/2012
Caudal (m³/s)	1,03	0,72	0,79	4,31	0,83	0,96	0,55	0,79	0,77	0,52	0,69	0,67

lo que es un valor lógico para la quebrada San José. Debido a que, para efectos de la investigación, se buscaba conocer la disponibilidad hídrica excluyendo a la quebrada Aguas Calientes, se realizó nuevamente la transposición de caudales, esta vez considerando solo el área de estudio.

4.3 Distribuciones teóricas de probabilidad

Para seleccionar cuál distribución presentó el mejor ajuste a cada una de las 12 series de caudales mensuales seudohistóricos de la quebrada San José, se evaluaron las gráficas realizadas en papeles de probabilidades Normal y Log-Normal, identificando en cuál de los dos, los puntos graficados tienen mayor tendencia a agruparse sobre una línea recta. En este caso, los puntos que más interesaba que coincidieran con la probabilidad teórica eran aquellos correspondientes a probabilidad $P(X < x)$ menor a 20 %, con el fin de estimar el caudal mínimo que se tendría en la cuenca por al menos un 80 % del tiempo.

Al observar las gráficas realizadas para cada serie mensual, se pudo comprobar que para los meses de enero, febrero, marzo, abril y diciembre, la distribución Normal arroja valores negativos de caudal para probabilidades menores a 20 %, por lo cual quedó descartada para dichos meses. Así mismo, para cada serie mensual se determinó el coeficiente de asimetría de los valores de caudal y de los logaritmos del caudal, ya que si los datos se distribuyen normalmente, el coeficiente de

asimetría es cero (Villón, 2006). Por lo tanto, estos coeficientes también se utilizaron como criterio para la selección de la distribución que mejor se ajusta a las series.

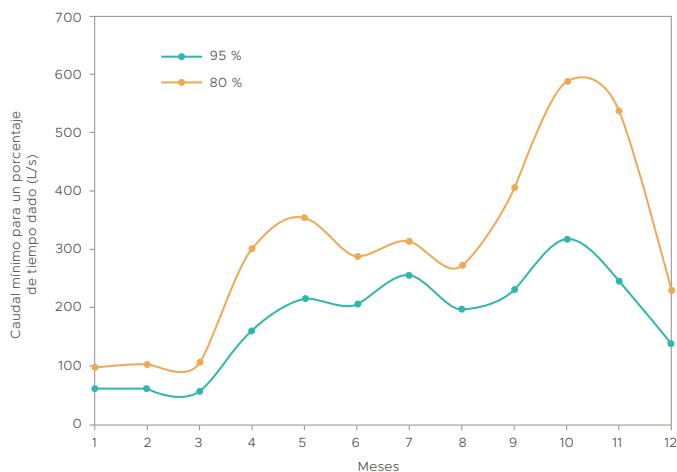
Con base en lo anterior se seleccionó la distribución de probabilidad Log-Normal para cada mes, exceptuando septiembre, octubre y noviembre, cuyas series se ajustaron mejor a la distribución teórica Normal. En el caso de septiembre, a pesar de que el coeficiente de asimetría de los logaritmos del caudal resultó 0,00; se decidió trabajar con la distribución Normal debido a que en el papel de probabilidad Normal se obtuvo un mejor ajuste gráfico para $P(X < x)$ menores a 20 %, que aquel obtenido en papel de probabilidad Log-Normal.

4.4 Curva de variación estacional

Finalmente, para definir la disponibilidad de agua en cantidad en la microcuenca, se estimaron los caudales medios mensuales para diferentes probabilidades de ocurrencia, a través de la distribución de probabilidad teórica seleccionada, resultados que se indican en la FIGURA 4. Esta curva aporta una idea del comportamiento estacional de la oferta hídrica en la microcuenca, presentando una aproximación de los caudales mínimos mensuales que se tendrían en la cuenca para un porcentaje de tiempo dado, en este caso 80 % y 95 %.

Se puede apreciar que el período más seco ocurre en los meses de enero a marzo, alcanzando un valor mínimo cercano a los 50 L/s para una probabilidad de 95%. En general, se observa que

FIGURA 4 Curvas de variación estacional del caudal de la quebrada San José para probabilidades de excedencia de 80 % y 95 %



existen dos períodos húmedos, el primero ocurre entre abril a junio, y el segundo entre septiembre a noviembre, presentándose los mayores caudales en octubre.

Al evaluar la probabilidad de 95% se observa poca variación entre los caudales desde abril hasta agosto. Es importante recordar que esta curva sugiere una idea de valores medios mensuales asociados a una determinada probabilidad, lo cual es útil para contrastar la oferta con las demandas en el tiempo, en el marco de la planificación de recursos hídricos. Sin embargo, hay que resaltar que es prácticamente imposible que en todos los meses de un año se presenten los caudales medios asociados a una misma probabilidad de ocurrencia.

5. Conclusiones

El método de transposición de caudales es una herramienta eficaz para conocer la disponibilidad hídrica en una cuenca sin mediciones a nivel exploratorio; sin embargo, los resultados están sujetos a un alto nivel de incertidumbre, puesto

que se trabaja con el supuesto de que la vecindad geográfica entre la cuenca patrón y la cuenca de estudio, permiten justificar su aplicación.

El modelo de simulación SIHIM no tuvo un desempeño satisfactorio para la cuenca del río Grita ($r = 0,62$; $R^2 = 0,33$; $NSE = 0,33$; $PBIAS = -32\%$ y $RSR = 0,82$); pero se trabajó con los resultados obtenidos, ya que fueron los más aceptables dada la baja calidad de los datos hidroclimáticos disponibles.

Se obtuvo un promedio de $0,79 \text{ m}^3/\text{s}$ para los caudales seudohistóricos de la quebrada San José, en su confluencia con el río Grita. Este valor puede servir como un resultado preliminar del caudal medio anual de la quebrada al compararlo con el promedio de las mediciones realizadas por el ICLAM durante el período 2010-2012.

Al momento de evaluar la oferta de agua en una cuenca es fundamental conocer su variación estacional y su probabilidad de ocurrencia. En el caso de la quebrada San José, el 95 % del tiempo se presentan los caudales más bajos para los meses de enero a marzo, con valores alrededor de los 50 L/s .

Finalmente, los resultados de este estudio corroboran la necesidad de instrumentación de un gran número de cuencas en Venezuela, que permitan contar con información hidrológica, como primer paso para poder avanzar hacia la gestión integral del agua.

6. Agradecimientos

Al Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira por el financiamiento parcial de esta investigación a través del proyecto 04-013-2015.

7. Referencias citadas

- AZPURUA, P. y A. GABALDÓN. 1976. *Recursos hidráulicos y desarrollo*. Editorial Tecnos. Madrid, España.
- BARRETO, L. y L. TORRES. 2015. *Estimación de caudales mensuales en la cuenca alta del Magdalena, usando métodos de transferencia*. Facultad Tecnológica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado.
- BARRIOS, A. y E. QUIÑONEZ. 2014. "Influencia del cambio climático en la producción de agua de la cuenca alta del río Pagüey, Venezuela". *Revista Forestal Latinoamericana*, 27(Único): 53-64.
- BERCIÁN, K. y K. PALOMO. 2004. *Revisión de metodologías para extensión y relleno de datos en series históricas, y su aplicación a los ríos de El Salvador*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Centroamericana 'José Simeón Cañas'. San Salvador, El Salvador. Trabajo de Grado.
- BLOESCHL, G. 2016. "The spatial dimensions of water management - Redistribution of benefits and risks. Predictions in ungauged basins - where do we stand?" *Proc. IAHS*, 373: 57-60.
- DUITAMA, F. y L. MORENO. 2015. *Estimación de caudales en la cuenca media del río Magdalena, empleando el método de transposición de caudales*. Facultad Tecnológica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado.
- DUQUE, R. 2006. *Software AJUSTEV3*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- DUQUE, R. y A. BARRIOS. 1988. *Modelo de Simulación Hidrológica Mensual SIHIM*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- DUQUE, R. y A. DELGADILLO. 2016. Escenarios climáticos y de recursos hídricos en Venezuela. *Foro: Variabilidad y Cambio Climático 2016*. pp. 9-10. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. (7-8 de julio).
- GAN, K. C.; McMAHON, T. A. & I. C. O'NEILL. 1991. "Transposition of monthly stream-flow data to ungauged catchments". *Nordic Hydrology*, 22: 109-122.
- GOODWIN, T. & A. YOUNG. 2007. *Reducing uncertainty for the estimation of hydropower potential: The use of local data*. British Hydropower Association. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.567.4935>. [Consulta: diciembre, 2016]
- GÓMEZ, K. y N. HERNÁNDEZ. 2016. *Análisis espacial de la vulnerabilidad física y social a las inundaciones en la cuenca media del río Guayuriba, Departamento del Meta*. Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomas. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado.

- GUEVARA, J. 2003. *Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- GUPTA, H. V.; S. SOROOSHIAN, & P. O. YAPO. 1999. "Status of automatic calibration for hydrologic models: Comparison with multilevel expert calibration". *J. Hydrologic Eng*, 4(2): 135-143.
- GUTIÉRREZ, P. y P. SÁNCHEZ. 2017. *Caracterización hidrológica del macro deslizamiento de Llamacón*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cuenca. Ecuador. Trabajo de Grado.
- HERNÁNDEZ, J. 2010. "Análisis hidrológico del río Escalante para la estimación de la disponibilidad de agua para riego, en el asentamiento campesino Santa Lucía, municipio Zea, estado Mérida". *Agricultura Andina*, 18: 39-62.
- INSTITUTO PARA EL CONTROL y LA CONSERVACIÓN DE LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO (ICLAM). 2013. *Evaluación de la calidad del agua en la salud de los habitantes de la cuenca del río Grita*. Informe final IC-2013-04-080. Gerencia de Investigación Ambiental. División de Calidad de Agua. Maracaibo, Venezuela.
- JARAMILLO, V. 2013. *Estudio de socavación en el Tercer Puente sobre el río Cautín en Temuco*. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Trabajo de Grado.
- LABORATORIO BIOAMBIENTAL UNET. 2015. *Resultados de análisis de suelos*. Coordinación de Extensión Agraria. Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal, Venezuela.
- LAIRET, R. y J. CÓRDOVA. 2016. Estimación del efecto del clima futuro sobre series de caudales, en ríos de los llanos centro orientales de Venezuela. *II Simposio Venezolano sobre Cambio Climático*. Mérida, Venezuela. (16-18 de noviembre).
- LEGATES, D. R. & G. J. McCABE. 1999. "Evaluating the use of 'goodness-of-fit' measures in hydrologic and hydroclimatic model validation". *Water Resources Research*, 35(1): 233-241.
- LINSLEY, R.; KOHLER, M. y J. PAULUS. 1977. *Hidrología para ingenieros*. McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE y RECURSOS NATURALES (MARN). 2010. *Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica*. Dirección General de Cuencas Hidrográficas. San Cristóbal, Venezuela.
- MOHAMOUD, Y. & R. PARMAR. 2006. "Estimating streamflow and associated hydraulic geometry, the mid-atlantic region, USA". *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 05017: 755-768.
- MORIASI, D. N.; ARNOLD, J. G.; VAN LIEW, M. W.; BINGNER, R. L.; HARMEL, R. D. & T. L. VEITH. 2007. "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations". *Transactions of the ASABE*, 50(3): 885-900.
- NARANJO, M. y R. DUQUE. 2004. "Estimación de la oferta de agua superficial y conflictos de uso en la cuenca alta del río Chama, Mérida, Venezuela". *Interciencia*, 29(3): 130-137.
- NASH, J. E. & J. V. SUTCLIFFE. 1970. "River flow forecasting through conceptual models: Part 1. A discussion of principles". *J. Hydrology*, 10(3): 282-290.
- PACHECO, C.; OSORIO, R.; MÉNDEZ, A.; FLORES, E. e Y. LÓPEZ. 2006. "Determinación del uso de la tierra bajo un enfoque de cobertura con imagen ETM+ de LANDSAT. Cuenca alta del río Grita 2006. Estado Táchira, Venezuela". *Revista Forestal Latinoamericana*, 21(2): 85-106.

- PEÑA, C. 2006. *Indicadores de uso y valor económico del agua en la microcuenca quebrada Timiache, subcuenca río Carache, cuenca río Motatán, estado Trujillo, Venezuela*. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo de Grado (MSc).
- PÉREZ, D. 2014. *Determinación de la oferta hídrica neta del caño la ceiba en la vereda La Ceiba (municipio de Puerto Salgar - Cundinamarca). Estudio de caso: desarrollo de un proyecto de explotación de hidrocarburos*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado de Especialización.
- REFSGAARD, J. C. 1997. "Parameterisation, calibration, and validation of distributed hydrological models". *J. Hydrology*, 198(1): 69-97.
- REY, D. 2017. *Gestión de recursos hídricos en microcuencas sin mediciones. Caso de estudio: microcuenca quebrada San José, municipio Jáuregui, estado Táchira*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo de Grado (MSc).
- ROMERO, J. 2015. *Estudio cosecha de aguas lluvias en áreas de secano, región de Coquimbo*. Gobierno Regional de Coquimbo - Corporación Región Coquimbo. Chile.
- RUIZ, J. 2016. *Evaluación de metodologías indirectas para la estimación de caudales medios mensuales en la zona del piedemonte del departamento del Casanare*. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado (MSc).
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA e HIDROLOGÍA. 2013. *Caracterización hidroclimática de la cuenca del río Chicama*. Ministerio del Ambiente. Perú.
- SIVAPALAN, M.; TAKEUCHI, K.; FRANKS, S.; GUPTA, V.; KARAMBIRI, H.; LAKSHMI, V.; LIANG, X.; McDONNELL, J.; MENDIONDO, E.; O'CONNELL, P.; OKI, T.; POMEROY, J.; SCHERTZER, D.; UHLENBROOK, S. & E. ZEHE. 2003. "IAHS decade on predictions in ungauged basins (PUB), 2003-2012: Shaping an exciting future for the hydrological sciences". *Hydrological Sciences Journal*, 48(6): 857-880.
- SOKOLOV, A.; CHAPMAN, T. y R. HERAS. 1981. *Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos*. Instituto de Hidrología de España y UNESCO. Madrid, España.
- SWAIN, J. & K. PATRA. 2015. "Stream flow prediction in a typical ungauged catchment using GIUH approach". *Aquatic Procedia*, 4: 993-1.000.
- VARGAS, J.; DE LA FUENTE, L. y J. L. ARUMÍ. 2012. "Balance hídrico mensual de una cuenca patagónica de Chile: aplicación de un modelo parsimonioso". *Obras y Proyectos*, 12: 32-41.
- VARGAS, Y. 2014. "Influencia del cambio climático sobre el régimen hidrológico de la cuenca del río Machango estado Zulia". *Revista Forestal Venezolana*, 58: 97-104.
- VILLÓN, M. 2006. *Hidrología estadística*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Uso de indicadores demográficos

en los estudios de impacto ambiental
y socio-cultural

Use of demographic indicators in environmental
and socio-cultural impact studies

Yhimaina J. Trejo U.

Universidad de Los Andes,
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía.
Mérida, Venezuela
yhimaina@ula.ve

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los indicadores demográficos más representativos y su uso en los estudios de impacto ambiental y socio-cultural (EsIASC). Generalmente, cuando se realizan estos estudios, se resta importancia al diagnóstico y evaluación de impactos sobre los aspectos demográficos, los cuales en ocasiones, suelen ser tratados por los mismos profesionales que se encargan de realizar el diagnóstico y evaluación de impactos físico-naturales, conduciendo a una menor calidad en la información. Por ello es necesario señalar la utilidad e importancia que merecen al momento de determinar las consecuencias demográficas que generan las actividades y acciones realizadas durante la implementación y ejecución de proyectos. Para cumplir con el objetivo se realizó una revisión bibliográfica y un análisis que permitió contextualizar los indicadores demográficos en los EsIASC, presentando así aquellos de mayor uso, proporcionando algunos ejemplos y exponiendo su importancia, aportes y complejidad.

PALABRAS CLAVE: Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); indicadores; impactos demográficos; población.

Abstract

This work aims at showing the most representative demographic indicators and the use they have in the Environmental and Socio-Cultural Impact Assessment (ES-CIAs). Generally, when these studies are carried out, the diagnosis and evaluation of impacts on the demographic aspects are reduced, which are sometimes treated by the same professionals, who are in charge of making the diagnosis and evaluation of physical-natural impacts, leading to a lower quality in the information. Therefore, it is necessary to point out the usefulness and importance they deserve when determining the demographic consequences generated by the activities and actions carried out during the implementation and execution of projects. To fulfill this objective, a bibliographical review and an analysis were carried out and allowed to contextualize the demographic indicators in the (ESCIAs), presenting those of greater use, providing some examples and exposing their importance, contributions and complexity.

KEY WORDS: Environmental Impact Assessment (EIA); indicator; demographic impacts; population.

1. Introducción

En las últimas décadas, la población se ha incrementado y desarrollado de manera vertiginosa, lo que ha ocasionado un aumento en las preocupaciones sobre los problemas ambientales relacionados directamente a las diversas actuaciones del hombre sobre el medio en el que habita, dejando evidencia y un especial interés por ahondar en las relaciones profundas que existen entre población, ambiente y desarrollo.

Los seres humanos, sus actividades, así como su dinámica demográfica constituyen una de las causas que ha contribuido al deterioro ambiental, siendo finalmente la población la principal receptora y afectada por esos cambios. Esta creciente problemática ha permitido orientar un conjunto de esfuerzos destinados a la prevención y disminución de los impactos ambientales y socio-culturales negativos, entendidos como el efecto perturbador que sobre el ambiente y sus componentes social y cultural tienen las diferentes actividades y actuaciones del hombre.

En el marco de estas preocupaciones, a finales de la década de los años 60, surge la evaluación de impactos ambientales (EIA) en los Estados Unidos, como un mecanismo para predecir, prevenir, identificar, corregir y/o mitigar los efectos que una determinada actividad, programa o proyecto tiene sobre el ambiente y sus componentes (físico-químicos, biológico-ecológicos, económico-operacionales y socio-culturales). Como parte de la EIA se encuentran los estudios de impacto ambiental y socio-cultural (EsIASC), herramienta interdisciplinaria destinada a predecir los efectos que se producen sobre el ambiente y proponer las respectivas medidas de control. Cabe agregar que un EsIASC implica realizar un diagnóstico para cada uno de los componentes ambientales, constituyendo la línea base para determinar el estado actual de los mismos y, a su vez, predecir y evaluar las posibles alteraciones o cambios que se generan como producto de las acciones de

un proyecto. Esto implica considerar un conjunto de indicadores ambientales, dentro de los cuales los indicadores demográficos tienen una marcada utilidad en la evaluación de impactos producidos sobre la población y las variables demográficas que la caracterizan, como por ejemplo: tamaño, crecimiento, distribución espacial, composición por edad y sexo, estructuras educativas, económicas, entre otras.

A menudo, la ejecución de este tipo de estudios se centra más en los aspectos físico-naturales, dando una menor importancia a los impactos socio-culturales y entre ellos a los demográficos, tal como lo afirman un conjunto de autores (Morrison y Arts, 2005; Torriti, 2011; Dendena y Corsi, 2015; Domínguez, 2016, citados por Ortiz, 2019), que a nivel internacional han insistido en la necesidad de incorporar de forma más efectiva el componente social a los EsIA, pues habitualmente se hace énfasis en cómo las actividades humanas y las variables demográficas, como el crecimiento de la población, producen afectaciones sobre los recursos naturales, pero pocos se centran en determinar y analizar exhaustivamente las consecuencias o efectos que sobre la población y sociedad en general pueden tener las actividades contempladas en la ejecución de un proyecto.

Con este trabajo se pretende destacar la importancia que tiene el componente socio-cultural en los estudios de impacto ambiental (EsIA), resaltando los aspectos demográficos que se pueden abordar a través de indicadores, contribuyendo de esta manera a resaltar su utilidad. De igual manera, se busca sensibilizar con relación a la importancia de investigar en este campo que favorezca el desarrollo de un sistema de indicadores demográficos, así como de un marco conceptual y teórico, que permita avanzar en la evaluación de impactos demográficos, demostrando así la necesidad de incorporarlos en los EsIASC, al igual que los demás indicadores ambientales.

2. Los indicadores demográficos en el contexto de los EsIASC

Comprender el papel que juegan los indicadores demográficos en los EsIASC implica conocer primero a qué se refieren, cuál es su propósito y en qué parte de éstos se inserta el estudio demográfico de la población. Para tales efectos es propio comenzar a hablar sobre la EIA que, en palabras de Conesa (2010), constituye un instrumento tanto jurídico como administrativo que persigue identificar, predecir, analizar, evaluar y corregir el conjunto de impactos ambientales ocasionados por una actividad o ejecución de un proyecto, sirviendo en la toma de decisiones por parte de las distintas administraciones públicas. Esto con el objeto de definir si dicho proyecto es aceptado, rechazado o por el contrario amerita modificaciones. La EIA cuenta con el estudio de impacto ambiental (EsIA), documento técnico multidisciplinario que permite identificar y predecir la significancia de los impactos ambientales así como el establecimiento de las medidas de control para corregirlos o mitigarlos.

En Venezuela, la Ley Orgánica del Ambiente (2006), en su artículo 4, señala que toda actividad que sea capaz de degradar el ambiente debe ir acompañada de un estudio de impacto ambiental y socio-cultural (EsIASC); es a través del Decreto 1.257 (República de Venezuela, 1996) donde se dictan las normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles a degradar el ambiente, en el cual se define a los EsIASC como un documento “...orientado a predecir y evaluar los efectos del desarrollo de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social y proponer las correspondientes medidas preventivas, mitigantes y correctivas, a los fines de verificar el cumplimiento de las disposiciones ambientales contenidas en la normativa legal vigente en el país y determinar los parámetros ambientales que conforme a la misma deban establecerse para cada programa o proyecto”.

De lo anterior se entiende que el propósito de los EsIASC es determinar, de manera anticipada a la implementación de un proyecto, las posibles modificaciones que puede ocasionar sobre el ambiente y sus componentes, permitiendo analizar así, los efectos sobre los recursos naturales, las actividades productivas; y no menos importante, sobre la población y su bienestar. La importancia de estos estudios radica en su carácter técnico y multidisciplinario que sirve para orientar la toma de decisiones sobre la viabilidad o no de implementar proyectos de desarrollo en función de las alteraciones ambientales y sociales positivas o negativas que pudieran generar.

El contenido de un estudio de impacto ambiental implica el desarrollo de seis aspectos esenciales a saber: **i)** descripción del proyecto, donde se identifican todas aquellas actividades y acciones que podrían ocasionar impactos ambientales (positivos y negativos) durante las diferentes etapas del mismo (construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento); **ii)** caracterización ambiental que involucra la realización de un diagnóstico físico-natural y socio-cultural en el área de influencia del proyecto; **iii)** identificación, selección, descripción y evaluación de los impactos ambientales; **iv)** identificación y evaluación de medidas de control dirigidas a prevenir, atenuar y controlar los impactos ambientales negativos significativos; **v)** propuesta de un programa de seguimiento que permita detectar cambios en los componentes del ambiente y corroborar el fiel cumplimiento de la normativa legal vigente sobre los diferentes parámetros de calidad ambiental; y **vi)** plan de supervisión ambiental para evaluar las medidas de control adoptadas e identificar impactos ambientales no previstos.

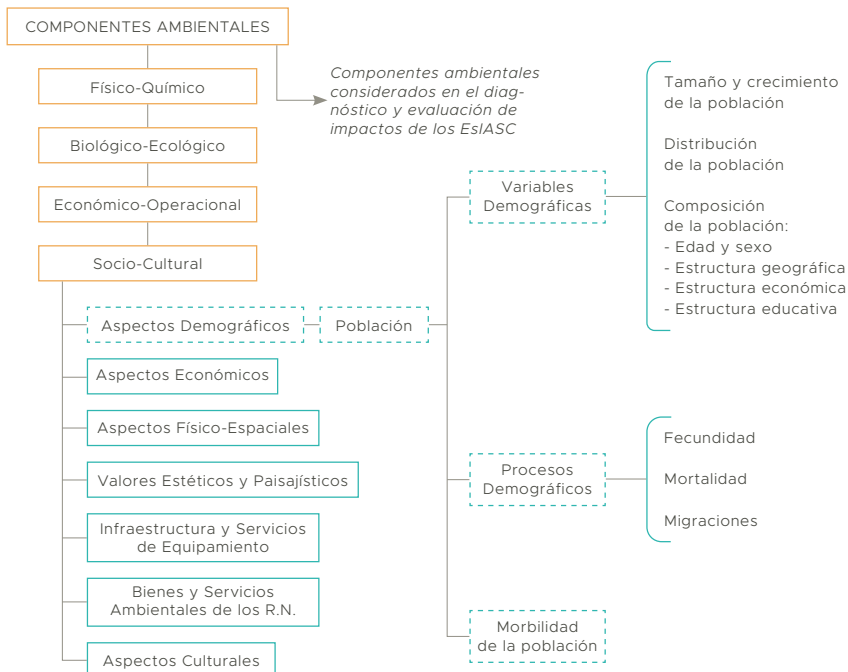
De los seis aspectos mencionados anteriormente, cabe destacar que la caracterización y diagnóstico ambiental se hace en función de cuatro componentes ambientales: físico-químico,

biológico-ecológico, económico-operacional y socio-cultural, este último también llamado por Conesa (2010: 63) como medio socio-económico, definido como “*un sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas entre los que se incluyan las tendencias demográficas y la distribución de la población, los indicadores económicos del bienestar humano, los sistemas educativos, las redes de transporte y otras infraestructuras, como el abastecimiento de agua, el saneamiento y la gestión de residuos; y los servicios públicos en general de las comunidades humanas o de la población de un área determinada*”. De lo expuesto anteriormente se desprende que el diagnóstico debe ser efectuado para conocer a fondo los componentes ambientales a ser afectados por la implementación de una acción.

En el caso del componente socio-cultural, implica realizar una descripción y un análisis de un conjunto de características y factores sociales, económicas, culturales y por supuesto demográficas de la población involucrada en el área de influencia social del proyecto; es aquí donde comienza a perfilarse el papel que juegan los aspectos demográficos y sus indicadores como elementos fundamentales del diagnóstico en los EsIAS.

En el diagnóstico del componente socio-cultural, los aspectos demográficos son considerados mediante la caracterización y análisis de la población, haciendo énfasis en su estado y dinámica; y describiendo elementos como el tamaño, crecimiento, distribución, estructuras y procesos demográficos (FIGURA 1). Este análisis permite determinar la cantidad o número de personas

FIGURA 1 Aspectos demográficos considerados en los EsIAS



que serán afectadas por el proyecto, sus características estructurales, culturales y la dinámica poblacional (Marín, 2006), dada su sensibilidad a modificaciones o impactos como producto de las acciones de una determinada actividad en el marco del desarrollo de un proyecto, por ello es que se hace necesario conocer el estado inicial en que se encuentra la población antes de la ejecución del mismo, sirviendo dicha caracterización como línea base, entendida esta como la condición de los componentes ambientales previa a las acciones de un proyecto y necesaria de conocer para predecir y medir la magnitud de los impactos.

Conocer el estado de la población desde una perspectiva demográfica hace necesario el uso de indicadores, a objeto de contar con un conjunto de índices y parámetros orientados a determinar la situación actual en la que se encuentran los aspectos más resaltantes de la población como su tamaño y crecimiento, estructura por edad y sexo, estructura económica, educativa y comportamiento de los principales procesos demográficos (fecundidad, mortalidad y migraciones). No obstante, el rol más importante que juegan estos indicadores dentro de los EsIASC es en la fase de identificación y evaluación de impactos, que consiste en definir todas aquellas acciones del proyecto que son capaces de alterar el estado actual de los componentes ambientales, incluyendo el socio-cultural, y dentro de éste, a la población. Es en este punto donde intervienen de manera activa los indicadores demográficos, los cuales junto con la consideración de otros parámetros, permiten medir el estado de las variables y procesos demográficos antes y después de la implementación del proyecto, cuya comparación entre la situación con intervención y sin intervención ofrece la posibilidad de predecir y medir la magnitud de los impactos.

Finalmente, es oportuno destacar que los indicadores demográficos son muy útiles en la fase de establecimiento de las medidas de segui-

miento y control así como en el plan de supervisión ambiental; sin embargo, no es de interés en este artículo abordar el uso de los indicadores para estos dos últimos tópicos.

3. Principales indicadores demográficos empleados en los EsIASC

Antes de especificar los indicadores demográficos que comúnmente se emplean en el diagnóstico y la evaluación de impactos en los EsIASC es pertinente señalar, en primer lugar, lo que se entiende como indicador ambiental y, en segundo lugar, como indicadores demográficos.

Es bien conocido que los indicadores en general se elaboran y emplean para ayudar a los diferentes investigadores a cuantificar, cualificar, analizar y comunicar toda información referente a los diversos niveles de la sociedad sobre un conjunto de fenómenos complejos. En toda actividad que requiera una toma de decisiones, es necesario la utilización de un conjunto de indicadores, obviamente en la EIA estos juegan un papel fundamental. El Instituto Nacional de Estadística (2011: 16) señala que el concepto de indicador ambiental “*proviene del verbo latino indicare, que significa revelar, señalar, lo cual, aplicado a la sostenibilidad, se concreta en un conjunto de parámetros especialmente diseñados para obtener información específica, según objetivos predeterminados, de algún aspecto considerado prioritario, de la relación sociedad-entorno natural*”. En palabras más sencillas, un indicador permite dar a conocer el estado y la tendencia de un fenómeno determinado. El objetivo primordial en un EsIASC es medir el impacto ambiental y conocer cómo las actividades y acciones humanas afectan a todos los componentes ambientales y a la propia población que hace vida en el área de influencia social de un proyecto.

Por otro lado, Páez (2013: 314) señala que los indicadores demográficos, constituyen *“un conjunto de razones matemáticas que permiten cuantificar y establecer relaciones entre stocks y flujos que coadyuvan a analizar, desde un punto de vista estático y dinámico, a las poblaciones humanas. En otras palabras, sincrónicamente estos indicadores permiten ilustrar el estado de la población en un momento y espacio dado; a su vez, diacrónicamente, la dinámica de una población en un período y espacio determinado, en términos de ciertas características (sexo, edad, estado civil, condición económica, condición educativa...), hechos (nacimientos, defunciones, matrimonios...), procesos (fecundidad, mortalidad y migración) y tendencias demográficas en el tiempo y espacio”*. Los indicadores así definidos, permiten cuantificar los impactos demográficos (positivos o negativos), desencadenados por las diversas acciones capaces de degradar el ambiente contempladas en la implementación de un proyecto dado.

En un EsIASC es de suma importancia considerar los aspectos demográficos y el conjunto de indicadores que conlleven a asegurar que los proyectos que se deseen implementar en un lugar determinado traigan beneficios al ambiente y la población produciendo el mínimo daño posible; para ello, deben permitir establecer la línea base para identificar y valorar los impactos que se pueden producir sobre las diferentes características demográficas de la población y establecer las respectivas medidas de control y seguimiento. Dicho en otras palabras, los indicadores demográficos están orientados a ofrecer en un primer momento un diagnóstico de las características demográficas de la población a ser afectada por el proyecto objeto de evaluación; a este nivel del estudio permiten fijar el estado inicial de las variables y los procesos demográficos antes de la implementación del mismo, dicho conocimiento es vital para medir, en un segundo momento, los cambios positivos o negativos que sobre la pobla-

ción se podrían producir de implementarse las actividades y acciones del proyecto; permitiendo así, predecir los posibles impactos demográficos y evaluar su magnitud.

Hecha las aclaraciones pertinentes, conviene ahora presentar los indicadores demográficos más representativos que suelen usarse en un EsIASC; para ello resulta práctico dividirlos en tres grandes bloques: *i)* aquellos que dan cuenta de las variables demográficas de la población; *ii)* los que dan a conocer sobre los procesos demográficos; y *iii)* los que están referidos a la morbilidad de la población. A continuación se muestra cada uno de ellos y la forma de medición de los mismos:

3.1 Indicadores de las variables demográficas de la población

En Demografía suele clasificarse a las variables demográficas en tres: tamaño, distribución espacial y composición de la población, para las cuales existen un conjunto de indicadores (**CUADRO 1**). Por ejemplo, entre los indicadores que permiten conocer el tamaño y, a su vez, el crecimiento de la población, están aquellos que miden el crecimiento absoluto, relativo, crecimiento anual medio, crecimiento natural y migratorio. Para el cálculo del tamaño, aparte de contar con las cifras en valores absolutos, suelen utilizarse las estimaciones y proyecciones demográficas para conocer, de la manera más acertada posible, la cantidad de personas que habitan en el área de influencia social del proyecto al que se le está realizando la valoración de los impactos ambientales, y para predecir posibles incrementos o disminución en el número de habitantes en el futuro. Los indicadores pueden ser calculados para la población en general o bien pueden calcularse por edad y sexo, área urbana, rural, etc.

Otra variable demográfica que suele considerarse es la distribución de la población, que junto a los indicadores de la estructura geográfica permiten conocer y medir la forma en que los habitantes se

CUADRO 1 Principales indicadores para el análisis de las variables demográficas

Variables Demográficas	Indicadores/Medición		
Tamaño y Crecimiento	Crecimiento Absoluto $CA = Pob\ Final - Pob\ Inicial$	Crecimiento Relativo $CR = \left[\left(\frac{Pob\ Final}{Pob\ Inicial} \right) - 1 \right] * 100$	Crecimiento Anual Medio $r = \left[\left(\frac{Pob\ Final}{Pob\ Inicial} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$ <i>n</i> = tiempo transcurrido en el periodo de medición considerado
	Crecimiento Natural $CN = \left[\frac{Nac - Def}{Pob\ Media} \right] * 100$	Crecimiento Migratorio $CM = \left[\frac{Imm - Emi}{Pob\ Media} \right] * 100$	
Distribución y Estructura Geográfica	Densidad de Población $Dp = \frac{Pob\ total}{Superficie\ (Km^2)}$	% de Población Urbana $\%PU = \left(\frac{Pob\ Urbana}{Pob\ Total} \right) * 100$	% de Población Rural $\%PU = \left(\frac{Pob.\ Rural}{Pob.\ Total} \right) * 100$
	Crecimiento Anual Medio de la Población Urbana $ru = \left[\left(\frac{PU\ Final}{PU\ Inicial} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$ <i>n</i> = tiempo transcurrido en el periodo de medición considerado	Crecimiento Anual Medio de la Población Rural $rr = \left[\left(\frac{PR\ Final}{PR\ Inicial} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$ <i>n</i> = tiempo transcurrido en el periodo de medición considerado	Tasa Anual de Urbanización $TAU = \left(\frac{PU\ final - PU\ inicial}{\frac{Pt\ final + Pt\ inicial}{2}} \right) * \frac{1}{n} * K$ <i>n</i> = tiempo transcurrido en el periodo de medición considerado. <i>Pt</i> = población total; <i>K</i> = 100, 1000, 100.000
Estructura por edad y sexo	% de Población Joven $\%PJ = \left(\frac{Pob\ Joven}{Pob\ Total} \right) * 100$	% de Población Adulta $\%PA = \left(\frac{Pob\ adulta}{Pob\ Total} \right) * 100$	% de Población Adulta Mayor $\%PAM = \left(\frac{Pob\ A\ Mayor}{Pob\ Total} \right) * 100$
	Índice de Dependencia Demográfica $IDD = \left(\frac{Jóvenes + A\ Mayores}{Adultos} \right) * 100$	Índice de Envejecimiento $IE = \left(\frac{A\ Mayores}{Jóvenes} \right) * 100$	Índice de Masculinidad $IM = \left(\frac{Hombres}{Mujeres} \right) * 100$
Estructura Económica	Proporción Bruta de Actividad $PBA = \left(\frac{PEA}{Pob.\ Total} \right) * 100$ <i>PEA</i> = Población económicamente activa	Proporción General de Actividad $PGA = \left(\frac{PEA}{Pob\ 15\ años\ y\ más} \right) * 100$	% de Población Ocupada $\%PO = \left(\frac{Ocupados}{PEA} \right) * 100$
	% de Población Desocupada $\%PD = \left(\frac{Desocupados}{PEA} \right) * 100$	% de Población Desempleada $\%PD = \left(\frac{Desempleados}{Desocupados} \right) * 100$	% de Población que busca trabajo por primera vez $\%BTPPV = \left(\frac{BTPPV}{Desocupados} \right) * 100$ <i>BTPPV</i> = población que busca trabajo por primera vez
	% de Población que Trabaja en el Sector Primario $IDD = \left(\frac{PEA\ S.\ primario}{PEA\ total} \right) * 100$	% de Población que Trabaja en el Sector Secundario $IDD = \left(\frac{PEA\ S.\ secundario}{PEA\ total} \right) * 100$	% de Población que Trabaja en el Sector Terciario $IDD = \left(\frac{PEA\ S.\ terciario}{PEA\ total} \right) * 100$
Estructura Educativa	% de Población Alfabeta $\%Alf = \left(\frac{Pob \geq 10\ años\ alf}{Pob \geq 10\ años} \right) * 100$	% de Población Analfabeta $\%Analf = \left(\frac{Pob \geq 10\ años\ analf}{Pob \geq 10\ años} \right) * 100$	
	% de Asistencia Preescolar $\% A. Preescolar = \left(\frac{Pob\ asiste\ de\ 3\ a\ 6\ años}{Total\ de\ la\ Pob\ 3\ a\ 6\ años} \right) * 100$	% de Asistencia a la Primaria $\% A. Primaria = \left(\frac{Pob\ asiste\ de\ 7\ a\ 12\ años}{Total\ de\ la\ Pob\ 7\ a\ 12\ años} \right) * 100$	
	% de Asistencia a la Secundaria $\% A. Secundaria = \left(\frac{Pob\ asiste\ de\ 13\ a\ 17\ años}{Total\ de\ la\ Pob\ 13\ a\ 17\ años} \right) * 100$	% de Asistencia Universitaria $\% A. Universitaria = \left(\frac{Pob\ asiste\ de\ 18\ a\ 24\ años}{Total\ de\ la\ Pob\ 18\ a\ 24\ años} \right) * 100$	

distribuyen en el espacio, siendo este un aspecto que puede verse afectado por las acciones de un proyecto. Entre los indicadores más representativos está la densidad de población, referida al número promedio de habitantes que existe en un área geográfica por kilómetro cuadrado (km²).

Para determinar la estructura geográfica de la población se puede mencionar indicadores como el crecimiento anual medio de la población urbana y rural y la tasa de urbanización, así como el indicador de porcentaje de población urbana y rural, cuya forma de cálculo dependerá de los criterios que cada país tome en cuenta para diferenciar a los habitantes de las ciudades y de las áreas rurales; su estudio es de vital importancia, pues la distribución de la población entre las áreas urbano-rural suele variar con la ejecución de un proyecto, un ejemplo claro es propuesto por Alfonso y Calderín (2002), quienes señalan que los habitantes de una región beneficiados directamente por un proyecto de desarrollo económico pueden sufrir las consecuencias de la inmigración de la población que busca mejores condiciones económicas en la nueva zona de desarrollo, abandonando así las áreas rurales.

La tercera variable demográfica que se considera en un EsIASC es la composición de la población, que se refiere a las distintas características en la que los individuos pueden clasificarse como por ejemplo la edad, el sexo, el nivel educativo, la población económicamente activa, entre otras.

Páez (2018: 192) señala que *“el objetivo del estudio de la composición es describir la situación o el estado de la población para un momento y espacio dado, mediante el abordaje de las distintas estructuras en las cuales se puede clasificar...”*. Esta variable demográfica también es objeto de atención, sobre todo cuando la ejecución de un proyecto genera cambios en las diferentes estructuras de los habitantes que hacen vida en el área de influencia social, por lo que es necesario la aplicación de un conjunto de

indicadores que permitan conocer la estructura por edad y sexo, la estructura económica, la educativa, o cualquier otra que pueda verse afectada; y que a su vez faciliten medir la magnitud de los impactos en las mismas.

La composición por edad y sexo suele ser medida a través de indicadores como el porcentaje o proporción de población joven, adulta y adultos mayores; el índice de masculinidad, el índice de dependencia demográfica y el índice de envejecimiento. Estos indicadores suelen complementarse con algunas herramientas gráficas como es el caso de la pirámide de población constituyendo un pilar fundamental en el diagnóstico de esta estructura.

El diagnóstico y análisis de la estructura económica de la población aporta conocimiento sobre el grado de desarrollo económico del área de estudio. Suelen tomarse en consideración elementos como la población económicamente activa (PEA) y la inactiva (PEI). Su medición implica el uso de indicadores como la proporción bruta y general de actividad, el porcentaje de habitantes ocupados, desocupados, desempleados y los que buscan trabajo por primera vez, así como la proporción de personas que trabajan en los tres sectores de la economía. Su uso y aplicación en los EsIASC no es para nada difícil de comprender, pues son múltiples los efectos que un proyecto puede tener sobre el empleo y la calificación de la mano de obra, siendo cada uno de estos elementos una variable importante para valorar desde el punto de vista de los posibles impactos que el proyecto puede causar sobre los distintos aspectos económicos de la población (Alfonso y Calderín, 2002).

3.2 Indicadores de los procesos demográficos de la población

Los procesos demográficos son tres fundamentalmente: fecundidad, mortalidad y migración, los que suelen experimentar cambios con la puesta en marcha de un proyecto; por lo que en un EsIASC

es necesario analizarlos a través de un conjunto de indicadores (CUADRO 2).

La ejecución de un proyecto puede traer consigo cambios sobre los procesos demográficos de la población; en ese sentido, Bueno (1990) señala que la fecundidad puede verse afectada por cambios que el proyecto puede producir en otros aspectos como la educación, la actividad femenina, la división del trabajo en la familia, la mortalidad infantil entre otros. La mortalidad, por otra parte, puede ser impactada por efecto de

algunos cambios en las condiciones de vivienda de la población, la higiene, la salud, los ingresos e incluso cambios en la educación. La migración es el proceso demográfico que suele sufrir cambios más significativos como consecuencia directa de la movilidad ocupacional que puede generarse a consecuencia de la instalación de un proyecto.

Los indicadores de fecundidad frecuentemente utilizados son la tasa bruta de natalidad, la tasa de fecundidad general, las tasas específicas de fecundidad por edad, tasa global de fecundidad

CUADRO 2 Principales indicadores para el análisis de los procesos demográficos

Procesos Demográficos	Indicadores/Medición		
Fecundidad	Tasa Bruta de Natalidad $TN = \left(\frac{Nac}{Pm} \right) * 1000$ <i>Pm: población media</i>	Tasa de Fecundidad General $TFG = \left(\frac{Nac \text{ vivos}}{Pmf (15 - 49)} \right) * 1000$ <i>Pmf: población media femenina</i>	Tasa Específica de Fecundidad por Edad $TFex = \left(\frac{Nac \text{ vivos a la edad } x}{Pmf \text{ de edad } x} \right) * 1000$
	Tasa de Global de Fecundidad $TGF = \frac{Descendencia \text{ Final}}{1000}$	Tasa Bruta de Reproducción $TBR = TGF * 0,49$ Tasa Neta de Reproducción Su cálculo es más complejo y requiere el cálculo de las tasas específicas de fecundidad por edades y la construcción de una tabla de mortalidad de la población femenina comprendía entre los 15 y 49 años.	
Mortalidad	Tasa Bruta de Mortalidad $TM = \left(\frac{Def}{Pm} \right) * 1000$ <i>Pm: población media</i>	Tasa Específica de Mortalidad por Edad $TMe = \left(\frac{Def \text{ a la edad } x}{Pm \text{ de edad } x} \right) * 1000$	Tasa Específica de Mortalidad para el Sexo Femenino $TMsf = \left(\frac{Def \text{ femeninas}}{Pm \text{ femenina}} \right) * 1000$
	Tasa Específica de Mortalidad para el Sexo Masculino $TMsm = \left(\frac{Def \text{ masculinas}}{Pm \text{ masculina}} \right) * 1000$	Tasa de Mortalidad Infantil $TMI = \left(\frac{Def < 1 \text{ año}}{\text{nacimientos vivos}} \right) * 1000$ Esperanza de Vida al Nacer Este indicador se calcula mediante la construcción de una tabla de mortalidad.	Tasa de Mortalidad por Causas Específicas $TMce = \left(\frac{Def \text{ por causa de muerte}}{Pm} \right) * K$ <i>k= 100.000 habitantes</i>
Migraciones	Migración Total $MT = Inmigrantes + Emigrantes$	Saldo Migratorio $SM = Inmigrante - Emigrantes$	Importancia Relativa de la Inmigración $IRI = \left(\frac{Inmigrantes}{Inm + Emi} \right) * 100$
	Importancia Relativa de la Emigración $IRE = \left(\frac{Emigrantes}{Inm + Emi} \right) * 100$	Proporción Neta de Migración $PNM = \left(\frac{Inm - Emi}{Pob \text{ Total}} \right) * 100$	Índice de Inmigración $Ii = \left(\frac{Inmigrantes}{Emigrantes} \right) * 100$
	Tasa de Inmigración $TI = \left(\frac{Inmigrantes}{Pm} \right) * 1000$ <i>Pm: población media</i>	Tasa de Emigración $TE = \left(\frac{Emigrantes}{Pm} \right) * 1000$	Tasa Neta de Migración $TNM = \left(\frac{SM}{Pm} \right) * 1000$

y las tasas bruta y neta de reproducción. Para la mortalidad se usan indicadores como la tasa bruta de mortalidad, las tasas específicas de mortalidad por edad y sexo, la mortalidad por causas específicas e incluso la esperanza de vida al nacer. Para la migración se hacen uso de indicadores como la migración total, el saldo migratorio, la importancia relativa de la inmigración y emigración, el índice de inmigración, entre otros indicadores ya señalados en el CUADRO 2.

Estos indicadores se aplican cuando por ejemplo, la implementación de proyectos industriales o turísticos generan un aumento en la oferta de empleo, estimulando así flujos migratorios importantes, y que pueden conducir a un incremento de la población, lo que puede generar una mejor dotación de infraestructura de servicios sociales básicos contribuyendo a mejorar las condiciones de vida del lugar y, a su vez, reducir la mortalidad en el mediano y largo plazo. Por su parte, la fecundidad en un principio puede ser alta como producto del patrón reproductivo que traen los migrantes rurales atraídos, mientras que a largo plazo la fecundidad puede disminuir debido a una mejor alimentación y atención médica resultado del proceso de desarrollo que trae consigo los proyectos industriales y turísticos (García, 1990).

3.3 Indicadores de morbilidad de la población

La morbilidad puede definirse como la acción de un conjunto de enfermedades sobre la población, y a pesar de que está relacionada con el estudio de la mortalidad, sobre todo cuando existen enfermedades que conllevan al deceso del individuo, se considera que debe ir en un bloque aparte de los procesos demográficos, y no como un aspecto más de carácter demográfico para medir la mortalidad, dada la importancia de su abordaje en los EsIASC. Este aspecto debe ser considerado con mayor atención, dado el gran número de afecta-

ciones que pueden producirse en la salud de las personas como consecuencia de proyectos que contaminan el ambiente o contribuyen a generar medios propicios para el desarrollo de nuevas enfermedades; por ello, su incorporación en el diagnóstico y evaluación de impactos demográficos es de gran valor y aporte, siendo la afectación a la salud uno de los aspectos más preocupantes y de interés para abordar en un EsIASC. Entre las afectaciones destacan las enfermedades asociadas a factores ambientales, efectos psicosociales sobre la población y afectaciones sanitarias ocasionadas por las actividades y acciones de un proyecto (Alfonso y Calderín, 2002). Entre los principales indicadores para su medición se encuentra la tasa de incidencia, la tasa de letalidad y la tasa de morbilidad específica por causa (CUADRO 3).

Un ejemplo del necesario uso de indicadores de morbilidad fue señalado por García (1990: 19), quien indica que puede verse afectado el patrón de morbilidad, e incluso los de mortalidad de un lugar *“apareciendo enfermedades asociadas con las nuevas actividades y consecuencias ambientales. Tal es el caso de proyectos de desarrollo asociados con altos niveles de contaminación atmosférica, sónica, del aire, agua y suelos que afecten a toda la población localizada en la zona; también de proyectos con alto riesgo ocupacional, que afecten diferencialmente un sector de la población e, incluso, de proyectos que favorecen el surgimiento de enfermedades de carácter endémico que pueden extenderse más allá de los límites donde se localiza el proyecto”*. Como se puede apreciar existen un sin número de posibilidades de afectación de la población por enfermedades que se derivan directamente de las actividades y acciones que se implementan en un proyecto y de ahí la importancia de su uso.

Como se pudo observar, existe una amplia utilidad de los indicadores descritos cuando se pretende analizar los efectos que sobre los aspectos demográficos de la población puede tener la

CUADRO 3 Principales indicadores de morbilidad

Indicadores/Medición	
Morbilidad	Tasa de Incidencia $TI = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de personas afectadas por una enfermedad determinada}}{Pob \text{ a riesgo de enfermarse}} \right) * K$ K= 100, 1000 o 100.000 personas Tasa de Letalidad $TL = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de muertes ocurridas por una enfermedad determinada}}{N^{\circ} \text{ de casos diagnósticados con la misma enfermedad}} \right) * 1000$
	Tasa de Morbilidad Específica por Causa $TEM_c = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de casos ocurridos por una causa determinada}}{Pob \text{ media expuesta a contraer la enfermedad}} \right) * 100.000$

implementación de proyectos; sin embargo, es preciso aclarar que los indicadores aquí presentados son los principales y constituyen tan solo una parte de la gran variedad que existen y que pudiesen utilizarse, por lo que su selección y uso dependerá en gran medida de las características y el nivel de detalle del proyecto, de las actividades y acciones contempladas en éste, de los recursos con los que se cuentan y de la población que puede verse afectada.

Además, cabe señalar que en un EsIASc, los indicadores demográficos deben cumplir con ciertas características entre ellas: deben ser de fácil obtención, manejo e interpretación; expresar de manera acertada la realidad que se desea conocer; ser sensibles a los cambios experimentados por las variables y procesos demográficos; tener bajos costos de implementación, las fuentes de información necesarias para recabar los datos deben estar disponibles; y lo más importante, ser capaces de adaptarse a diferentes escalas de trabajo.

Es preciso resaltar la complejidad que existe al incorporar el uso de los indicadores en los EsIASc, pues no solo involucra la simple recolección de información, sino que por el contrario deben ser complementados con profundos análisis e interpretaciones que proporcionen una mejor comprensión

de los fenómenos demográficos y cómo se interrelacionan entre ellos, con la población y con el resto de los componentes ambientales. Al respecto, Bueno (1990: 9) señala que “*las consecuencias o efectos demográficos derivados de los diferentes proyectos de desarrollo son de carácter ‘sistémico’ donde cualquier alteración en alguno de los aspectos demográficos puede causar de manera indirecta o directa modificaciones en los demás y que en ocasiones pueden llegar a afectar el comportamiento del componente que originó el cambio, y generalmente acompañado de relaciones no lineales y con múltiples condicionamientos que varían en función de diferentes ecosistemas*”.

Dicho lo anterior, se entiende que los indicadores demográficos no solo se aplican para evaluar impactos directos sobre los aspectos demográficos de la población, sino que además permiten identificar un conjunto de impactos secundarios. Por ejemplo el hecho de que haya un incremento en las inmigraciones en un lugar determinado por la ejecución de un proyecto que sea atrayente, podría generar a su vez un incremento en el tamaño de la población, cambios en la estructura por edad y sexo, aumento en la demanda de empleo, presión sobre la infraestructura y servicios básicos, entre otros. Pero, a su vez, un incremento en la población puede generar una mayor presión sobre

los recursos naturales, el aumento en la oferta de empleo puede ocasionar cambios en la economía, etc. Esto deja una clara evidencia que el uso de los indicadores demográficos en los EsIASC no es sencillo de abordar, pues amerita tomar en consideración esas profundas interrelaciones.

Finalmente, es importante resaltar que el uso de estos indicadores para un momento específico y de forma estática, no acarrea mayor utilidad dentro de los EsIASC; es necesario un análisis diacrónico basado en un ejercicio prospectivo que consiste en predecir la evolución, con y sin proyecto, de los aspectos demográficos, mediante ciertos supuestos basados en tendencias observables, que a su vez se obtienen de un estudio retrospectivo. Los EsIASC tienen como principal característica el ser flexibles, es decir, no existe un procedimiento metodológico fijo y único para abordarlos, por lo que los lapsos de tiempo y criterios metodológicos para llevar a cabo de forma efectiva estos análisis, dependerá de la magnitud y tipo de proyectos, que de acuerdo a sus características particulares, guiarán las directrices para elaborar un estudio dinámico a través del uso de estos indicadores. Sin embargo, se recomienda que para realizar de forma eficiente los análisis demográficos, deben efectuarse desde las fases preliminares del proyecto.

5. Conclusiones

Uno de los rasgos más característicos de los EsIASC es que están orientados a identificar los impactos que una actividad o proyecto produce, no solo sobre el medio físico-natural, sino también sobre la población, característica que muchas veces se le ha prestado poca atención. Alfonso y Calderín (2002) señalan que la ausencia de un enfoque holístico que integre el medio socio-cultural de una manera armónica a los estudios de impacto ambiental, en muchas ocasiones impide valorar

la interrelación que existe entre los diferentes elementos socioeconómicos y el resto de los componentes ambientales. Esta desarticulación genera serios problemas y causan impactos adversos en el bienestar humano. Esta problemática no escapa a la hora de abordar los aspectos demográficos de la población en los estudios de impacto ambiental.

Es preciso aclarar que las acciones humanas no solo afectan al entorno sino que además tienen consecuencias sobre los propios grupos humanos por lo que un EsIASC sería una herramienta incompleta de no prestarse la debida atención a los impactos demográficos en el análisis del componente socio-cultural. Esto demuestra la gran importancia y, a la vez, el papel que pueden desempeñar el conjunto de indicadores en el diagnóstico y la evaluación de impactos, dado que la identificación y elección adecuada de los mismos puede llevar a minimizar los efectos negativos sobre la población y maximizar los positivos.

En líneas generales, cualquier proyecto que contemple un conjunto de actividades capaces de degradar el ambiente puede generar impactos directos e indirectos sobre las variables y procesos demográficos de una población, entre algunos se pueden mencionar: la alteración de la estructura y crecimiento demográfico de la población; cambios sobre la estructura por edad y sexo; redistribución urbana y rural; aumento o disminución de la densidad demográfica; impactos sobre la salud de las personas, efectos positivos o negativos en las estructuras económicas de la población como el aumento o disminución del empleo, pérdida o ganancia de población económicamente activa, entre otros. Sin embargo, para una buena y eficiente identificación de estos efectos sobre la población, juega un papel preponderante el estudio diacrónico, siendo este finalmente el que permitirá conocer la dinámica y cambios en los diferentes aspectos demográficos a considerar en el estudio.

A pesar de la importancia y de la utilidad que tiene considerar los aspectos demográficos y sus indicadores en el diagnóstico del medio socio-cultural y la evaluación de impactos, algunos estudios realizan una pobre referencia, quedando éstos solo como un simple recuento demográfico de la población con una escasa descripción y un conjunto de datos que luego no suelen utilizarse para identificar y valorar las afectaciones sobre los habitantes que hacen vida en el área de influencia social del proyecto.

De no aplicarse estudios coordinados y multidisciplinarios, conjugado con la ausencia de profesionales en el área demográfica, puede constituir una de las más importantes limitaciones a presentarse en relación con el análisis y uso de estos indicadores dentro de los ESIASC, que a la larga se traducirían en resultados poco eficientes sin una verdadera valoración de las características demográficas y los impactos reales que se producen sobre la población, originando, en ocasiones, que

estos estudios se concentren más en los aspectos físico-naturales que en los aspectos socio-culturales.

Se hace necesario entonces, darle la debida importancia al uso de los indicadores demográficos en los ESIASC, los cuales, como ya se mencionó, no implica la simple recolección de datos, pues se deben acompañar de análisis profundos, ya que una modificación en las variables y procesos demográficos de la población, a su vez, tienen repercusiones en los otros componentes del ambiente que son necesarios considerar. Por tal motivo es recomendable avanzar en investigaciones que conlleven a reforzar el estudio de los fenómenos demográficos en la evaluación de impactos ambientales, así como la generación de un sistema de indicadores y el desarrollo de nuevos aspectos conceptuales y metodológicos que puedan ser aplicados en la exploración de los efectos demográficos que acarrea la implementación de un proyecto, cuyas acciones sean capaces de generar cambios significativos en los diferentes aspectos de la población.

6. Referencias citadas

- ALFONSO, P. y A. CALDERÍN. 2002. "El medio socioeconómico en una evaluación de impacto ambiental". *Revista Arquitectura y Urbanismo*. 23(1): 77-79. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaiia/fulltext/ambiental.pdf>. [Consulta: marzo, 2018].
- BUENO, E. 1990. "Efectos demográficos de proyectos de desarrollo: Aproximación al problema". En: J. CANALES (Editor). *Efectos demográficos de grandes proyectos de desarrollo*. pp 3-14. CELADE. San José - La Habana, Cuba. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org>. [Consulta: agosto, 2018].
- CONESA, V. 2010. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- GARCÍA, M. 1990. "Efectos demográficos de grandes proyectos de desarrollo: Aproximación teórico-metodológica". En: J. CANALES (Editor). *Efectos demográficos de grandes proyectos de desarrollo*. pp 15-28. CELADE. San José - La Habana, Cuba. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org>. [Consulta: agosto, 2018].
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE), 2011. *Indicadores ambientales 2010*. Gerencia de Divulgación Estadística del Instituto Nacional de Estadística, INE. Caracas, Venezuela. Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/documentos>. [Consulta: abril, 2018].
- LEY ORGÁNICA DEL AMBIENTE. 2006. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, Numero 35.547, Extraordinario., viernes 22 de diciembre. Caracas, Venezuela.

- MARÍN, R. 2006. *Análisis socioeconómico en los estudios de impacto ambiental*. División de Ciencias Socioeconómicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de grado. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx>. [Consulta: mayo, 2018].
- ORTIZ, G. 2019. "El tratamiento de la dimensión social en los estudios de impacto ambiental: Análisis de contenido aplicado al caso de la comunidad Valenciana". *Revista Española de Sociología*, 28(1): 113-161. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es>. [Consulta: marzo, 2019].
- PÁEZ, G. 2013. "Diferencias entre las relaciones matemáticas más usadas en demografía y geografía de la población". *Revista Geográfica Venezolana*, 54(2): 303-316. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta: marzo, 2018].
- PÁEZ, G. 2018. *Demografía: indicadores y principales métodos*. Publicado por EAE Editorial Académica Española. ISBN-10:6202151749 / ISBN-13: 978-6202151740.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. 1996. *Normas sobre actividades susceptibles de degradar el ambiente*. Decreto 1.257. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Número 35.946, viernes 26 de abril. Caracas, Venezuela.



NOTAS ^y DOCUMENTOS

*NOTES AND
DOCUMENTS*

Google Earth, Google Maps

e Kahoot em aulas de geografia: relato de experiências

Google Earth, Google Maps and Kahoot
in Geography classes: experience reports

Camila Oliveira Albuquerque¹

Salomão José Dias de Santana e Silva¹

Ivan Fortunato²

¹ Especialista em Informática Aplicada à Educação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Itapetininga, Brasil.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus Itapetininga, Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar, campus Sorocaba, Brasil.
c.o.albuquerque@hotmail.com; salomao_12@hotmail.com; ivanfrt@yahoo.com.br

Resumo

Este texto tem o objetivo de partilhar experiências com o uso do *Google Earth*, do *Google Maps* e da plataforma virtual *Kahoot* para o ensino de geografia nas turmas do quinto ano do ensino fundamental e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), ambas da Escola Hilda Weiss Trench, em Itapetininga, no interior do estado de São Paulo, Brasil. O uso das ferramentas foi feito em cinco encontros, no período da manhã, com alunos do quinto ano e pela noite, na EJA. Foram aulas práticas no laboratório de informática da escola, onde os alunos puderam explorar as ferramentas apresentadas para melhorar seu aprendizado da geografia. Essa experiência ajudou a compreender o paradoxo existente entre a necessidade de modernizar o ensino e a realidade tecnológica de uma escola, servindo para reflexão mais ampla sobre educação.

PALAVRAS-CHAVE: informática na educação; novas metodologias; ensino de geografia.

Abstract

This text aims at sharing experiences with the use of Google Earth, Google Maps and the Kahoot virtual platform for the teaching of Geography in the fifth year of elementary school classes and the Youth and Adult Education (EJA), both of the School Hilda Weiss Trench, in Itapetininga, in the interior of the state of São Paulo, Brazil. The use of the tools was done in five meetings, in the morning, with students of the 5th grade at night, in the EJA. They were practical classes in the school's computer lab, where students were able to explore the tools presented to improve their learning of Geography. This experience helped students to understand the paradox between the need to modernize teaching and the technological reality of a school, and to reflect on education more broadly.

KEY WORDS: informatics in education; new methodologies; Geography teaching.

1. Apresentação

Este trabalho traz o relato de duas experiências educativas com o uso de ferramentas de informática, que podem auxiliar professores em sala de aula, especificamente no ensino da geografia. As experiências foram realizadas na Escola Municipal de Ensino Fundamental Hilda Weiss Trench, na Vila Belo Horizonte, na periferia de Itapetininga, no estado de São Paulo, Brasil. O bairro onde se situa a escola, ora referida apenas como Hilda, apresenta diversas particularidades, por exemplo, as pessoas que lá residem são de origem humilde e possuem pouco contato com a tecnologia digital, tais como computadores, *smartphones* etc. Mesmo assim, a escola Hilda possui um laboratório de informática bem equipado, com acesso à Internet, contudo, pouco explorado para fins pedagógicos.

Não obstante, diante da evolução tecnológica dos últimos 20 anos e sua presença constante no cotidiano da sociedade, muitos autores, como Moran (2007), Costa *et al.* (2012) etc., já demonstraram a importância de se incluir as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) nas práticas de ensino. Outros, como Tardif e Lessard (2013), expressaram a necessidade do professorado se atualizar para incorporar a tecnologia no dia a dia da atividade docente.

Diante desse cenário, perguntamos: por que em alguns lugares, como a escola Hilda, essa tecnologia não é utilizada de maneira proveitosa, em favor do ensino? No contato com a escola, verificamos que há certa resistência ao seu uso por parte do corpo docente, sendo que as principais objeções apresentadas dizem respeito ao currículo oficial não prever espaço para o ensino alternativo, o número elevado de estudantes por turma, supostamente incompatível com o laboratório de informática, e a falta de habilidade adequada para se ensinar via tecnologia digital.

Dessa forma, a partir do contexto da escola, das contestações listadas e do desafio de ensinar

via tecnologia, este trabalho foi desenvolvido como um projeto de intervenção, cujo objetivo foi ampliar e diversificar as formas de aprendizado no ensino da geografia. Estivemos na escola Hilda em dois contextos distintos: no quinto ano do ensino fundamental, no período matutino, no segundo semestre de 2017, e na Educação de Jovens e Adultos, no período noturno, no primeiro semestre de 2018. As ferramentas *Google Earth*, *Google Maps*, e *Kahoot!* foram apresentadas, aos docentes e discentes, como forma de complemento para as aulas, nas quais abordamos diversos aspectos geográficos do Brasil, do mundo e até da cidade de Itapetininga.

Este texto apresenta-se como um relato de experiência (Fortunato, 2018), descrevendo as etapas de condução do projeto e avaliando a experiência desenvolvida na escola Hilda, ponderando o uso das ferramentas no auxílio do ensino da geografia. Foi dividido em três seções: apresentação dos recursos tecnológicos virtuais, relato da experiência no ensino fundamental, relato da Educação de Jovens e Adultos. Ao final, espera-se que este trabalho sensibilize o professorado para que as TDIC sejam incorporadas nas práticas educativas da escola Hilda. Além da sensibilização local, este trabalho trata da importância de se planejar uma aula, de se buscar novos meios para alcançar objetivos pedagógicos, bem como a importância de se avaliar uma experiência para aprimorar o trabalho educativo.

2. Sobre os recursos de tecnologia digital utilizados

Há que se considerar que a geografia é uma disciplina extremamente ampla no currículo escolar, abrangendo assuntos diversos, do estudo dos solos e dos rios, até a organização humana do espaço vivido. Costa *et al.* (2012) sugerem uma abordagem interessante para o uso das TDIC em geografia, pois, segundo os autores, é possível apresentar

fotos para o estudo da paisagem em escalas local, regional... até mundial, revelando a pluralidade cultural e natural, e até mesmo demonstrar a transformação do planeta. Nesse sentido, pensamos apresentar aos alunos e professores as ferramentas mais acessíveis para a geografia, disponibilizadas gratuitamente, o *Google Maps* e o *Google Earth*, que podem ser empregadas nos assuntos de relevo, geopolítica, história, divisões regionais, clima, entre outros. Essas ferramentas possuem um manuseio simples e intuitivo, que vem a facilitar o reconhecimento dos lugares, por parte dos alunos e dos professores. Além disso, tanto no *Google Maps* quanto no *Google Earth*, temos acesso a fotos das ruas, pelas quais os alunos podem localizar suas casas, escolas, locais de trabalho, casas de conhecidos e pontos de interesse da própria cidade e de qualquer local do planeta, seja a Torre Eiffel, na França, a Muralha da China, ou o Horto Religioso de Itapetininga.

Vários trabalhos foram realizados no ensino de geografia com essas ferramentas, das quais podemos citar Gonçalves *et al.* (2007) e seu estudo comparativo entre as imagens satélite do *Google Earth* com uma base cartográfica, apontando as diferenças no uso e nas práticas de ensino. Já Silva e Chaves (2011) fizeram um estudo com ambas as plataformas, revelando sua importância para o ensino de geografia.

Especificamente, o *Google Maps* (FIGURA 1), como o próprio nome sugere, é utilizado para orientar os usuários por meio de mapas. Suas funções nos permitem calcular rotas entre dois ou mais pontos, optando por caminhos mais curtos ou mais rápidos, visualizar imagens de alguns locais, inclusive fotos internas e em 360°. Também é possível avaliar lugares, de acordo com a sua experiência. Em essência, o *Google Maps* permite explorar o mundo todo, de maneira detalhada, com imagens em três dimensões, fotos, vídeos, informações sobre os locais etc. Tudo isso

pode ser feito em sala de aula, utilizando apenas um computador com acesso à Internet. Em 2015 Filho e Nascimento desenvolveram uma série de atividades colaborativas com o *Google Maps* no ensino médio, como o planejamento de uma aula em campo, utilizando as fotos e imagens de satélite disponíveis para tal, criar um mapa da escola, fazer pesquisas sobre determinadas cidades de outros países, para aprender sobre a flora e fauna típicas de uma determinada região.

Assim como o *Google Maps*, o *Google Earth* (FIGURA 2) também nos permite explorar o mundo, porém, com uma ênfase maior nas imagens de satélite, permitindo conhecer o planeta Terra tridimensionalmente, aproximando as imagens com excelente nitidez. No *Google Earth*, explicam Correa *et al.* (2010: 93), “*é possível identificar os mais variados lugares do planeta, ter-se uma visualização bidimensional e tridimensional da paisagem, bem como localizar os fenômenos e objetos geográficos*”. No levantamento realizado por esses autores, no qual aplicaram questionários a diversos alunos da rede pública e privada de ensino, constatou-se que o *Google Earth* é amplamente conhecido pelas crianças e jovens em idade escolar, embora seu uso não seja frequente, particularmente na escola.

As aulas no padrão tradicional podem trazer diversão nas aulas do dia a dia, porém, com a atual geração, tão ligada à tecnologia, uma boa maneira de proporcionar uma aula divertida é com algumas ferramentas, uma delas é o *Kahoot!* (FIGURA 3). Com essa ferramenta o professor pode formular sua aula de diversas maneiras, adequar ao seu público alvo e ainda diverti-los utilizando de uma sadia competição e ainda dos computadores, inclusive se for de prática usual, o celular. Apesar de ser um site de língua inglesa, seu uso é feito com intuitiva facilidade. Esse site é baseado em jogos de perguntas e respostas, no qual o professor formula perguntas e os alunos respondem. Em contexto mais amplo de análise do ensino, Llerena Medina e Hurtado

FIGURA 1 Tela do Google Maps sobre o município de Itapetininga

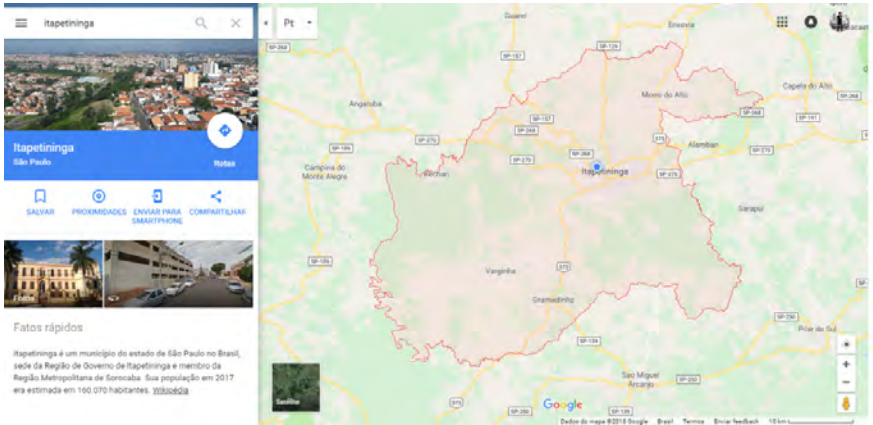


FIGURA 2 Tela do Google Earth sobre o município de Itapetininga

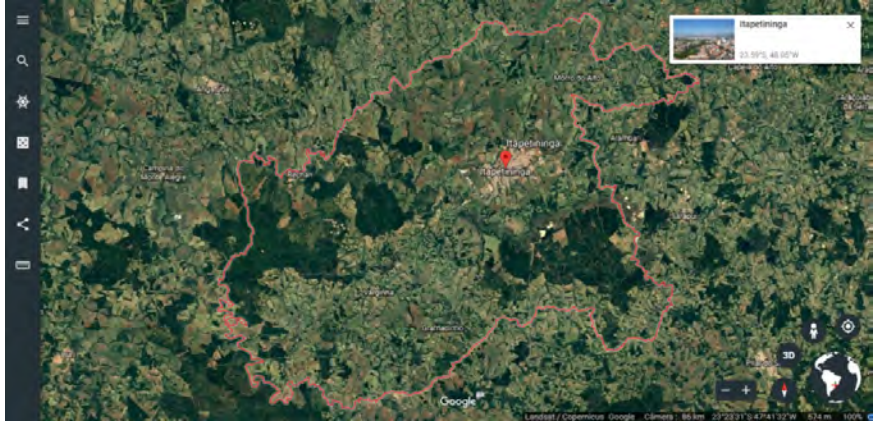
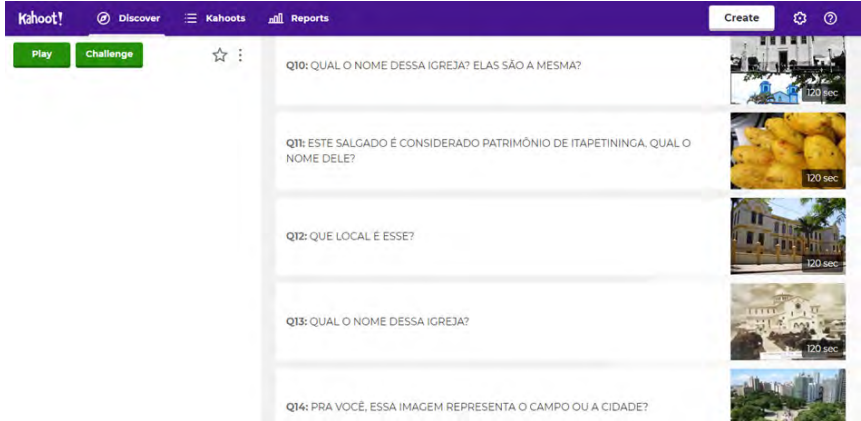


FIGURA 3 Tela do Kahoot com perguntas sobre o município de Itapetininga



(2017) identificaram o potencial educativo do *Kahoot!* como mediador do processo ensino-aprendizagem e, de forma específica na geografia, o trabalho de Hnyda e Nabozny (2016) verificou sua eficácia como ferramenta de diversão, mas também de apropriação de conceitos geográficos.

O *Kahoot!* tem uma maneira simples de estimular a competitividade, conhecimento, diversão e percepção dos conteúdos abordados em aula pelos alunos, sendo assim, torna-se um excelente complemento para as aulas regulares. Seu uso não se restringe apenas a computadores, sendo que qualquer smartphone, com acesso à Internet, pode ser utilizado para esta atividade. Dessa forma, vemos uma abrangência ainda maior de seu uso, visto que nem todas as escolas possuem um laboratório de informática. Também é necessário um monitor grande, televisão ou projetor conectado a um microcomputador, pelo qual o professor fará o acompanhamento em tempo real das perguntas e respostas dos alunos. Seu único inconveniente é o uso exclusivo *online*, sem possibilidade de interação desplugada, quando não há acesso à Internet.

3. Relatando a experiência didática no ensino fundamental

A primeira experiência desenvolvida com essas três ferramentas digitais (*Google Maps*, *Google Earth* e *Kahoot!*), realizada na escola Hilda, foi articulada em parceria com a professora titular do quinto ano do ensino fundamental. As reuniões iniciais, realizadas em agosto de 2017, foram fundamentais para que tivéssemos acesso a algumas informações básicas para o início dos trabalhos, tais como o perfil dos alunos e a maneira como a geografia estava sendo trabalhada em sala. As crianças que frequentam a escola são da própria Vila Belo Horizonte, todas em idade escolar adequada, participam das aulas

regulares pela manhã e permanecem pela tarde para participar de oficinas sobre plantio e cuidados de horta, jornal escolar, dentre outras... Para essa experiência com a tecnologia, foi desenvolvido um plano de trabalho em cinco aulas, desenhado da seguinte maneira:

- Aula 1: Apresentação das ferramentas e objetivos
- Aula 2: Conteúdo a ser abordado com as ferramentas
- Aula 3: *Google Earth* e *Google Maps* livre acesso
- Aula 4: Trabalhando o conteúdo com *Maps*, *Earth* e apresentação do *Kahoot!*
- Aula 5: Foco no *Kahoot!* com questões sobre Itapetininga

Ao aplicar as ferramentas, na primeira aula do quinto ano, explicamos para a professora o processo, e em seguida para os alunos. Nossa intenção, desde o início, era inserir a tecnologia digital, no ensino de geografia, de uma maneira leve e fácil aos alunos do quinto ano. Utilizamos, no primeiro encontro, a aula para apresentar as ferramentas *Google Maps* e *Google Earth*, enfrentando algumas dificuldades com relação à conexão de Internet. Os alunos utilizaram o computador em duplas, visando atender a todos na sala, uma vez que o laboratório possui um número limitado de computadores. Além disso, foi percebida devida dificuldade dos jovens estudantes ao lidarem com o computador e com as ferramentas digitais.

Ainda, ao longo do projeto, era visível que os alunos com quais trabalhamos sofriam no que diz respeito à alfabetização, muitos ainda não liam com clareza, e poucos tinham adquirido a habilidade de escrever. Ao questioná-los a respeito de computadores e com qual frequência faziam uso desse equipamento, a resposta foi que a maioria não tem computador em casa. Claro que alguns têm celulares, porém, não conheciam as ferramentas ali apresentadas, e muitos deles não sabiam sequer mexer num computador. Com

nosso auxílio, os alunos logo se acostumaram com a máquina, demonstrando destreza com o mouse, identificando o ícone do navegador da Internet na área de trabalho, sabendo acessar os *sites*, bem como manuseá-los com maior facilidade.

Em nosso segundo encontro, a aula baseou-se em *slides*, que seguiam o cronograma proposto, seguindo o ensino já em andamento pela professora: os continentes e seus países. Foram apresentados, nessa aula, os seis continentes e alguns de seus países, abordando dados sobre tamanho territorial, população atual, maiores e menores países do continente, aspectos culturais, climáticos etc. Estava incluso no planejamento encontrar alguns desses países no *Google Maps*, o que não foi possível devido à falta de conexão do local naquele dia.

No terceiro encontro, a ferramenta *Google Earth* foi apresentada de maneira livre, permitindo buscas para quaisquer locais que quisessem conhecer. Nessa atividade, os alunos pesquisaram locais dos quais falamos em aula, particularmente aqueles que despertaram sua curiosidade. Utilizaram o *Google Earth* para conhecer, com riqueza de detalhes, diversos lugares: alguns optaram por ver suas residências, outros a de seus parentes, outros puderam viajar a Paris, Roma, Rio de Janeiro (sendo que um aluno em particular queria conhecer a favela da Rocinha) etc.

No quarto encontro, a ferramenta *Google Maps* foi trabalhada em conjunto com o *Google Earth*, sendo proposta a pesquisa dos continentes, conforme trabalhado nas aulas anteriores do projeto, bem como pela professora titular, nas aulas regulares. Nessa aula foi apresentada ferramenta *Kahoot!*, com perguntas sobre os continentes, momento em que a animação e o foco aumentaram, pois se trata de um *quiz* bastante interativo, considerado muito divertido pelo alunado. O *Kahoot!* foi trabalhado especificamente no final da aula, como os minutos finais, cada dupla em seu computador, e as questões eram sobre os continentes já apresentados; a cada

questão foi possível sentir a vibração dos estudantes, os que entenderam o jogo mais rapidamente aceleravam seus pensamentos para responder aos questionamentos, e receber a maior nota, mas a maior vibração foi mesmo ao final, quando o *ranking* apareceu na tela, e a medalha brilhou na tela dos vencedores, aí foi animação total.

No último encontro, percebido a animação com a ferramenta, decidimos que o foco se daria totalmente para o *Kahoot!*, modificado, porém com as questões parecidas, ligadas aos continentes. Já era de conhecimento dos alunos as questões, porém, a ordem foi alterada. Percebeu-se uma tendência a decorar a ordem das questões e suas respostas da aula anterior, mas, depois de assinalar incorretamente as primeiras questões, os alunos se deram conta de que algo estava mudado, e que precisariam de atenção dobrada caso quisessem vencer! Percebido o erro, os alunos iam até a frente do projetor, para enxergar melhor e ler as questões. A aula foi bastante produtiva, gerando entusiasmo nos alunos presentes. Nesse último encontro, com a finalidade de realizar uma experiência para avaliar coisas tais como foco e concentração, utilizamos um computador por aluno, sendo perceptível o aumento considerável ao nível de atenção e participação dos alunos. Ainda, no último encontro, a professora acompanhou de perto os trabalhos, e pôde perceber a animação dos educandos e, dessa maneira, percebendo a facilidade e a usabilidade ali apresentados, procurou inteirar-se das ferramentas, a fim de inseri-las no dia a dia.

4. Relatando a experiência didática no ensino de jovens e adultos

A segunda experiência, por se tratar de um projeto voltado também para pessoas que estão na Educação de Jovens e Adultos (EJA), abordamos os conteúdos da geografia por meio de uma lingua-

gem simples e de fácil compreensão. Afinal, era previsto, no cronograma das aulas de geografia, conteúdos relacionados aos recursos naturais, cartografia, energias renováveis etc., ou seja, uma carga curricular muito intensa para poucas horas de estudo.

O perfil dos alunos da EJA é bastante diversificado, na escola Hilda, ofertado no período noturno. Na turma em que o projeto foi desenvolvido, os alunos eram trabalhadores informais ou aposentados. Também haviam jovens que, devido a diversos fatores, tiveram seus estudos interrompidos, sendo necessário cursar a EJA para concluir o ensino fundamental.

Além do conteúdo curricular, optamos por inserir no planejamento algo sobre a história e a geografia da própria cidade, além da importância da preservação do seu patrimônio histórico. Com isso, criamos a possibilidade de apresentar a própria cidade para os estudantes que, muitas vezes, desconheciam outros bairros e pontos de referência de Itapetininga, mesmo tendo passado a vida toda na cidade.

Diante esse cenário, e em conjunto com a professora titular da sala, estabelecemos, em março de 2018, o seguinte cronograma para as aulas de geografia na EJA:

- Aula 1: Apresentação histórica e geográfica de Itapetininga
- Aula 2: Industrialização e êxodo rural em Itapetininga
- Aula 3: Fotos antigas da Vila Belo Horizonte e demais bairros ao redor
- Aula 4: Panorama geral (e atual) da cidade de Itapetininga
- Aula 5: Impactos ambientais

Com base nesse cronograma, separamos algumas imagens antigas da cidade, para servir de base para as aulas. Entretanto, ao observar as necessidades da turma, optamos por uma forma de trabalho

mais dialogada e menos expositiva, abrindo espaço para perguntas, interagindo bastante com todos os alunos. Tudo isso sem deixar de abordar os principais tópicos do planejamento inicial.

No começo da primeira aula, nos apresentamos e abordamos algumas das mais diversas áreas de atuação da geografia, e o quanto ela se faz presente no cotidiano. Após isso, começamos a falar especificamente sobre o município de Itapetininga, a começar pelo êxodo rural que surgiu nos anos 1970 e potencializou o crescimento urbano de nossa cidade.

Com essa base de informações e um panorama social, histórico e geográfico já estabelecidos, pudemos mostrar algumas imagens do *Google Maps*, que pontuam algumas dessas questões, principalmente no que diz respeito à densidade demográfica, extensão territorial e localização de pontos importantes da região.

Na segunda aula, fizemos uma breve revisão do que foi mencionado na aula anterior e mostramos alguns vídeos disponíveis na Internet, que retratam bem como nossa cidade evoluiu. Nesses vídeos, pudemos notar o grau de interesse dos alunos, que sempre nos questionavam e opinavam a respeito das imagens, além de contribuir com a aula, contando parte de sua história vivida na cidade. Nesta aula também trabalhamos com os conceitos que definem a zona urbana e zona rural. Explicamos que, por conta da terceira revolução industrial, a vida no campo se tornou difícil para muitas famílias, que tiveram como única opção migrar para a cidade, onde estão estabelecidas até hoje. Todos esses aspectos foram abordados na aula, utilizando primeiramente os vídeos, depois algumas fotos que representam cada um dos pontos abordados.

Também pedimos aos alunos que localizassem alguns pontos da cidade, utilizando o *Google Earth*. Visitamos o Cemitério Municipal, as três escolas, algumas igrejas importantes e também deixamos

um tempo para que eles pudessem localizar suas casas ou a casa de algum conhecido. No final da segunda aula, foi levantada uma importante questão a respeito dos impactos ambientais na sociedade contemporânea.

Na terceira aula, guiados pela questão-problema gerada na aula anterior, trouxemos uma torrente de informações pertinentes à pergunta: a água do planeta vai acabar? Com isso, pudemos explicar como funciona o ciclo da água, e o porquê de ser um assunto tão importante. Falamos também sobre alguns dos principais problemas que a sociedade contemporânea enfrenta por conta da poluição, assoreamento, enchentes, falta de mata ciliar, entre outros, que acabam por prejudicar gravemente os rios. Com isso, todo o ecossistema é afetado. A conscientização dos alunos foi bastante trabalhada nessa aula, dando muita ênfase na importância de não jogar lixo em locais inadequados, cuidar dos rios, economizar água etc.

Nessa mesma aula, aproveitando o assunto 'água', abordamos também o rio Itapetininga, descoberto em 1770, época da fundação da cidade. Momento oportuno para alguns alunos relatarem algum fato ou história envolvendo o rio Itapetininga. Assim, pelo *Google Maps* e *Google Earth*, pudemos observar a extensão do rio e alguns pontos interessantes também, como pontes e outros rios.

Na quarta aula, tivemos a exibição de um documentário, ainda em fase de produção, a respeito de parte do patrimônio histórico de Itapetininga. Foi exibido um filme, com imagens riquíssimas e depoimentos do atual presidente do Museu Ferroviário de Itapetininga. Os alunos gostaram muito do tema abordado, visto que os trens fizeram parte da vida de muitos ali.

Aproveitamos o ensino e abordamos alguns fatos históricos e curiosidades sobre Itapetininga, como a data de fundação e alguns locais que fizeram parte da história da cidade, como o Clube Venâncio Ayres, o Centro Cultural e Histórico de Itapetininga,

e algumas personalidades que foram importantes para a cidade, tais como Júlio Prestes e seu filho, Fernando Prestes de Albuquerque. Falamos sobre a origem do nome Itapetininga, que possui três significados distintos, porém semelhantes entre si:

- Itáapé-tinga: Caminho das pedras secas ou caminho seco das pedras
- Itape-tinga: Pedra chata, laje ou lajeado seco
- Itá-pe-tinga: Na pedra seca

Na quinta e última aula, fizemos um questionário bem simples, porém, abordando grande parte do conteúdo. Para a confecção do questionário, utilizamos o *Kahoot!* Após uma breve explicação sobre como funciona o programa, pudemos dar início às perguntas. Foi extremamente gratificante ver como todos participavam das perguntas e respondiam da melhor maneira possível.

Com o andamento das aulas, no total de cinco, foi notável a evolução de todos os envolvidos, sem exceção. Claro que a experiência desenvolvida foi apenas inicial e requer que seja trabalhada com frequência, pois, muitos têm pouca experiência no uso do computador, e dependem única e exclusivamente da escola para terem o acesso. Não obstante, espera-se que essa experiência realizada em cinco aulas tenha sido motivadora, tanto para os alunos quanto para a professora e, com isso, continuem o trabalho de estudar geografia com o uso da tecnologia. Afinal, ela permite que se vá até os lugares, mesmo quando o deslocamento não é possível.

5. Considerações finais

Com este projeto na escola Hilda, pudemos trabalhar em dois contextos distintos (quinto ano do ensino fundamental e Educação de Jovens e Adultos), nas aulas destinadas para o ensino da geografia. As ferramentas digitais utilizadas trouxeram resultados parecidos: a empolgação.

Desde o princípio, a intenção era motivar, tanto os estudantes quanto os docentes, a aprender (e ensinar) geografia por meio de um instrumental capaz de ir além do livro didático.

Ao longo do projeto foi visível a evolução dos alunos, não apenas com o conteúdo de geografia, mas, com a tecnologia em si, pois, muitos deles estavam tendo seu primeiro contato com o computador, e com as ferramentas. Assim, é possível afirmar que essa experiência trouxe resultados positivos à semelhança do trabalho de mestrado de Pereira (2011), cuja dissertação revelou que os estudantes interiorizam melhor os conceitos da geografia quando são motivados pelo intermédio da tecnologia digital. Existe algo de encantamento nessa prática, incluindo o próprio apelo visual, a possibilidade de ver o desconhecido, mas, ainda, de poder interagir com os lugares, indo aonde o interesse e a curiosidade levarem.

Dessa maneira, embora a realização dessas experiências revele o quanto o uso da tecnologia digital no ensino de geografia é salutar, indo ao encontro do exposto na literatura consultada, é preciso registrar seus limites e os desafios identificados para futuras intervenções – seja na escola Hilda, seja em tantas outras em contextos similares. Assim, há que se levar em conta os recursos disponíveis e, quando há, a qualidade de uso e acesso. Ao longo de nossa experiência, tivemos o privilégio de contar com todos os computadores em pleno funcionamento, embora o acesso a Internet tenha caído em algumas oportunidades. Mesmo assim, cada sala de aula tem mais estudantes que o número de computadores, o que acaba inibindo seu uso regular.

Ainda, é preciso considerar a relação complexa entre avanço tecnológico, capacitação docente e crenças a respeito de métodos de ensino diversificado. Isso envolve políticas internas das escolas e das redes de ensino, a respeito de formação docente continuada e em exercício, mas também

a disponibilidade e interesse individual de cada professor, além, é claro, de investimentos nos recursos materiais. A escola Hilda, ao receber o projeto para o ensino de geografia via tecnologia digitais se mostrou disponível e interessada em atualizar seus métodos e seus docentes.

Por fim, experiências dessa natureza revelam algo que precisa ser registrado: enquanto a tecnologia digital evolui constantemente, tornando possível o impossível, é preciso compreender que essa tecnologia não está disponível em todos os lugares, para todas as pessoas. Ao realizar uma incursão didática em uma pequena escola, de um bairro periférico, de uma cidade no interior do estado paulista, verificamos que a tecnologia digital está longe de ser uma realidade escolar cotidiana. Por isso, acreditamos, que projetos dessa natureza se façam cada vez mais necessários, como uma forma de tentar encurtar a distância entre o avanço tecnológico que desbrava a galáxia, e os estudantes que nunca tiveram a oportunidade de ver seu próprio bairro no *Google Maps* ou *Google Earth*.

6. Agradecimentos

Essa experiência só pode ser desenvolvida com a colaboração das professoras de geografia Daniele Galdino de Camargo e Rosy Almeida Coelho, além, claro, da parceria firmada com Sonia Abreu, diretora da Escola Hilda, e todo professorado que participou, direta ou indiretamente do projeto. Agradecemos, ainda, à Profa. Dra. Maria do Rosário Silveira Porto pela leitura crítica e revisão do original.

7. Nota

- ¹ Informação disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kahoot!>, acesso em 29 ago. 2018.

8. Referencias citadas

- CORREA, M. G. G. C.; FERNANDES, R. R. e L. D. PAINI. 2010. “Os avanços tecnológicos na educação: o uso das geotecnologias no ensino de Geografia, os desafios e a realidade escolar”. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, 32(1): 91-96.
- COSTA, F. A.; RODRIGUES, C.; CRUZ, E. e S. FRADÃO. 2012. *Repensar as TIC na Educação: o professor como agente transformador*. Santillana Lisboa, Portugal.
- FORTUNATO, I. 2018. “O relato de experiência como método de pesquisa educacional”. In: FORTUNATO, I. e A. SHIGUNOV NETO. *Método(s) de pesquisa em educação*. pp. 37-50. Edições Hipótese. São Paulo, Brasil.
- GONÇALVES, A. R.; ANDRÉ, I. R. N.; AZEVEDO, T. S. e V. Z. GAMA. Z. 2007. “Analisando o uso de Imagens do “Google Earth” e de mapas no ensino de Geografia”. *Ar@acne*, 97(1): 1-14.
- HNYDA, S. A. B. e A. NABOZNY. 2016. “Explorando as potencialidades do aparelho celular em processos de ensino aprendizagem em aulas de Geografia”. pp. 1-22. In: R. HASPER; G. C. BARROS e C. C. MULLER (org.). *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor*. SEED. Curitiba, Brasil.
- LLERENA MEDINA, E. G. & C. P. R. HURTADO. 2017. “Kahoot! A digital tool for learning vocabulary in a language classroom”. *Revista Publicando*, 12(1): 441-449.
- MORAN, J. M. 2007. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Papirus Editora. Campinas, São Paulo, Brasil
- PEREIRA, R. A. S. 2011. *Como aprender História e Geografia no 8º ano de escolaridade, usando o Google Earth?* Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia. Lisboa, Portugal, Dissertação (mestrado em ensino de História e Geografia).
- SILVA, A. P. A. e J. M. CHAVES. 2011. Utilização do Google Maps e Google Earth no ensino médio: estudo de caso no Colégio Estadual da Polícia Militar-Diva Portela em Feira de Santana-BA. *XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. pp. 3.220-3.226. Curitiba, Brasil. (30 abril - 5 maio).
- TARDIF, M. e C. LESSARD. 2013. *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas*. Editora Vozes. Petrópolis, Brasil.

Movimientos campesinos

en Ecuador:
¿poseen racionalidad ambiental?

Peasant movements in Ecuador:
do they have environmental rationality?

Julio A. Alvarado Vélez

Jennifer Mabel Ube Olvera

Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Campus Santo Domingo, Ecuador
julio2alvarado@gmail.com; jenniferolvera1997@gmail.com

Resumen

Las protestas campesinas en contra de la megaminería han desplegado una variedad de estrategias, entre ellas discursos ambientales para proteger sus espacios y modos de vida. El objetivo de este artículo fue determinar si los campesinos que emplean este tipo de discursos poseen racionalidad ambiental. Para ello, se realizó una investigación de campo donde, a partir de entrevistas semiestructuradas, se analizaron los discursos de los actores movilizados en contra del proyecto de gran escala Loma Larga, en la provincia del Azuay. Los resultados sugieren que los discursos ambientales utilizados, contrario a sus propósitos de proteger el medioambiente, han sido estrategias para impedir la interposición de otras actividades económicas en su territorio. Se concluye que los campesinos antimineros no poseen racionalidad ambiental. Por ello, las autoridades locales y los habitantes de esta parroquia deberían pensar en la planificación y ejecución de un proyecto de desarrollo territorial que sea sustentable y sostenible.

PALABRAS CLAVE: racionalidad ambiental; movimientos sociales; análisis discursivo; megaminería; Ecología Política.

Abstract

Peasant protests against mega-mining projects have deployed a variety of strategies, including environmental discourses to protect their spaces and ways of life. The objective of this paper is to determine if the peasants who use this type of discourse have environmental rationality. For that purpose, a field research was carried out where, from semi-structured interviews, the discourses of the actors mobilized against the Loma Larga large-scale project, located in the province of Azuay, were analyzed. The results suggest that the environmental discourses used, contrary to their purposes of protecting the environment, have been strategies to prevent the interposition of other economic activities in their territory. It is concluded that anti-mining peasants do not have environmental rationality. Therefore, the local authorities and the inhabitants of this parish should think about the planning and execution of a sustainable territorial development project.

KEY WORDS: environmental rationality; social movements; discourse analysis; large-scale mining; Political Ecology.

1. Introducción

Los problemas ambientales son temas sociales que emergen de un conjunto de procesos, como los políticos, económicos, sociales, culturales, entre otros (Leff, 2004). En este sentido, se torna imperante reforzar los aspectos epistemológicos y metodológicos para explicar los conflictos de carácter socio ambiental (Anguelovski y Martínez Alier, 2014) o con contenido ambiental (Folchi, 2001; Sánchez-Vázquez, *et al.*, 2016) que han tomado parte, durante las últimas décadas, en la política ecológica de América Latina.

El análisis de este tipo de conflictos cobra relevancia, especialmente, si se observa cómo la literatura de los últimos años ha sido ambigua al caracterizar a los movimientos sociales, especialmente campesinos, que se oponen al desarrollo de proyectos extractivistas. Por un lado, una serie de estudios han sugerido que poseen ‘racionalidad ambiental’ (Alvarado Vélez, 2016; Latorre, 2014; Rodríguez, 2016; Wagner, 2010). Esto debido a que, desde el discurso de estos movimientos, su principal preocupación es la conservación de su medio ambiente del cual dependen sus actividades económicas y sus modos de vida.

Según Enrique Leff (2008: 20), la ‘racionalidad ambiental’ se entiende como el proceso de la “*reapropiación de la naturaleza y de reterritorialización de las culturas*” que deconstruye la racionalidad económica clásica. Esta deconstrucción, de acuerdo con Leff, lleva a un sistema de reconstrucción en el que la producción se reorganiza, alejándola de los mecanismos tradicionales del mercado. Así, por ejemplo, el material desgranado se recicla y se lo reordena en nuevos ciclos ecológicos. Sin embargo, este autor señala que esta reconstrucción no está guiada tan sólo por una ‘racionalidad ecológica’, sino por todos los procesos culturales y las formas de resignificación de la naturaleza.

Por otro lado, existen investigaciones que han demostrado que, en la práctica, el discurso varía

de la realidad en la que se encuentran, muchas veces en contextos de alta vulnerabilidad ambiental, social y económica (Alvarado Vélez y Rebaï, 2018; Rebaï, 2018; Sánchez-Vázquez *et al.*, 2016), y que, de hecho, la conservación ambiental por parte de las comunidades opuestas al desarrollo extractivista responde a un análisis caracterizado y sesgado por la visión romántica de numerosos activistas ecológicos.

En este marco, esta investigación se adhiere a este debate. Para ello, la pregunta que guía este estudio es: ¿existe racionalidad ambiental en los actores que se movilizan en contra de la megaminería en Ecuador? A priori, esta investigación se basa en la hipótesis de que los actores que se movilizaron en contra de la minería son portadores de racionalidad ambiental y construyen su identidad con base en la defensa del agua (Alvarado Vélez, 2016).

De esta manera, este artículo pretende contribuir a la literatura de la Ecología Política latinoamericana que, de hecho, ha destacado al Ecuador como uno de los países latinoamericanos más importantes de conflictos de clase, especialmente en localidades campesinas, vinculados a la extracción y explotación de recursos de la minería metálica en gran escala (Arsel *et al.*, 2016; Latorre, 2014; Latorre *et al.*, 2015). Al respecto, una serie de estudios han demostrado que, particularmente en este país andino, las sociedades rurales han sido las más activas en los procesos de resistencia en contra de las políticas estatales que han promovido el desarrollo de la minería en gran escala en sus territorios (Alvarado Vélez, 2016; Alvarado Vélez y Rebaï, 2018; Avci y Fernández-Salvador, 2016).

2. Metodología

Durante los últimos años, los estudios sobre los conflictos socioambientales o de contenido ambiental a nivel de los territorios rurales del Ecuador

han sido numerosos (Alvarado Vélez, 2016; Avci y Fernández-Salvador, 2016; Bonilla Martínez, 2013; Latorre *et al.*, 2015; Sánchez-Vázquez *et al.*, 2016; Warnaars, 2013; Warnaars y Bebbington, 2014), permitiendo así explorar y profundizar sobre las causas de la resistencia campesina, particularmente en contra de la minería en gran escala. Actualmente, esta actividad es una de las más polémicas en el planeta, de hecho, tal vez ninguna industria ha suscitado más disputas sobre el uso de la tierra que la minería metálica (Hilson, 2002; Hilson y Laing, 2017).

Para el caso de los estudios en el Ecuador, la mayoría de las investigaciones han concluido que los procesos de resistencia a la minería se encuentran guiados por intereses que buscan mantener la relación histórica construida, de respeto y ambientalmente equilibrada, entre las sociedades rurales y la naturaleza (Jenkins y Rondón, 2015; Kuecker,

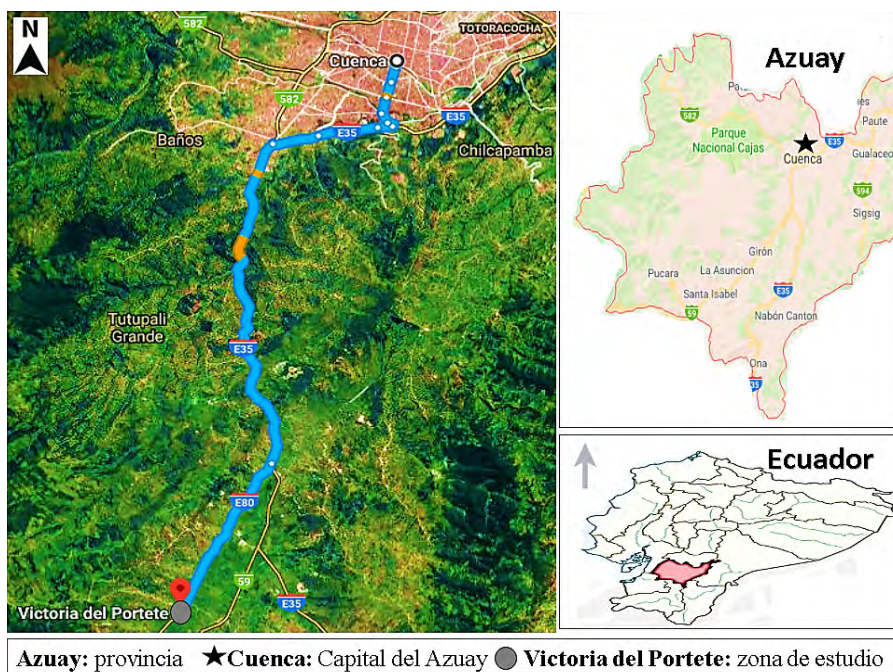
2007; Rodríguez, 2016; Solano Ortiz, 2013b). Sin embargo, durante los últimos años, una serie de publicaciones han cuestionado estos resultados y, de hecho, han demostrado que las actividades económicas de los campesinos, especialmente de la sierra ecuatoriana, han sido perniciosas para el medioambiente y que los discursos empleados responden a intereses particulares (Alvarado Vélez y Rebañ, 2018; Rebañ, 2017, 2018).

En este marco, el presente estudio sigue las recomendaciones metodológicas de Alvarado Vélez (2016) y analiza, a partir de entrevistas semiestructuradas, los discursos de los actores movilizados en contra del proyecto de gran escala Loma Larga, adyacente a la parroquia Victoria del Portete de la provincia del Azuay (FIGURA 1).

La historia política reciente de esta localidad campesina fue la principal razón que condujo a seleccionar esta zona de estudio. Efectivamente,

FIGURA 1 Ubicación de la parroquia Victoria del Portete en la provincia del Azuay.

FUENTE: ELABORACIÓN DEL AUTOR A PARTIR DE GOOGLE MAPS



mientras que varios trabajos presentaron a la movilización antiminera como masiva e indivisible (Bonilla Martínez, 2013; Jenkins y Rondón, 2015; Kuhn, 2011; Pérez Guartambel, 2012; Solano Ortiz, 2013b), hecho de que el candidato de Alianza País, el principal promotor de la megaminería en el Ecuador, ganara las elecciones parroquiales de 2014, suponía la existencia de una división de la población de esta localidad campesina.

Una vez seleccionada la zona de estudio se realizó el trabajo de campo, empleando entrevistas semiestructuradas, llevadas a cabo, primero, con una activista antiminera con quien habíamos contactado previamente vía telefónica. Ella formaba parte del movimiento social campesino conocido como la Comisión en Defensa del Medioambiente de Victoria del Portete y Tarqui (en adelante 'la Comisión'). Entrevistarla permitió entender sus experiencias y percepciones sobre la minería y los procesos de resistencia en la parroquia. Después de la entrevista, esta informante clave ayudó a contactar a otro miembro de la Comisión, lo que posibilitó realizar varias entrevistas (n= 12), utilizando la técnica bola de nieve hasta alcanzar saturación de datos.

Concretamente, indagamos sobre la historia del surgimiento de la movilización. También sobre los eventos y los elementos que los llevaron a tomar la decisión de movilizarse en contra de la minería. Además, les preguntamos quién les había informado o cómo conocían sobre los impactos de la minería; quién había tomado la iniciativa para organizar a los campesinos y liderar la movilización; y, qué acciones habían llevado a cabo para concretizar las reivindicaciones del movimiento. Finalmente, consultamos a los entrevistados sobre los saberes y/o sentidos que éstos habían adquirido a nivel grupal e individual en los procesos de resistencia.

3. Resultados

Según varios estudios, uno de los principales aspectos a esclarecer en los conflictos socioambientales son aquellos elementos que la sociedad percibe como los vulnerantes de su relación histórica con sus espacios y formas de vida (Alvarado Vélez, 2016, 2017; Wagner, 2010)

En el caso de las movilizaciones en contra del proyecto Loma Larga, los campesinos entrevistados, en un principio, mencionaron que la principal razón de su malestar era la presencia del proyecto minero en un área ambientalmente frágil, el páramo de Quimsacocha (o 'Tres lagunas' en lengua quichua) de la que dependen, ya que almacena gran cantidad de agua utilizada tanto para sus actividades económicas (principalmente actividades agropecuarias), así como para el uso diario de las comunas, comunidades, pueblos y urbes que se abastecen de las aguas de Quimsacocha. De hecho, su importancia ha sido reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la que, en 2013, la catalogó como parte de la red mundial de reservas de biósfera, debido a la importancia de los ecosistemas que se encuentran en esta área. Sobre esto, el relato de líder de la Comisión parecería ilustrar a primera vista este argumento: *"Cuando me percaté que las plataformas estaban sobre los humedales del páramo les dije a los mineros que eso no iba a pasar, cueste lo que cueste, los trabajos que estaban haciendo no iban a pasar porque sabía que caso contrario nos contaminarían y nos dejarían sin agua"*. (Entrevista, septiembre 2016).

Sin embargo, cabe señalar que, al momento de realizar las entrevistas, las actividades de prospección y exploración minera en esta parroquia no habían llamado la atención de los campesinos y, de hecho, habían pasado desapercibidas por más de treinta años. Al respecto, uno de los campesinos mencionó que, a pesar de que su hacienda se encontraba en las partes altas, junto

al área de prospección y exploración minera, él y sus trabajadores jamás le prestaron atención a las actividades que se llevaban en el área (entrevista, septiembre 2016).

Incluso, a pesar de que el líder de la Comisión señalaba que el páramo ya había sido contaminado, varios estudios realizados por las autoridades ambientales públicas encargadas -como por ejemplo el Ministerio del Ambiente, o ETAPA a través del desarrollo del programa de 'Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas para la Protección del Agua' (MICPA)-, e incluso otras instituciones autónomas contratadas para el monitoreo ambiental del área, nunca han atribuido ningún tipo de contaminación a la empresa minera. De hecho, el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Victoria del Portete 2015-2019 (GAD Victoria del Portete, 2015) señala que las actividades ganaderas de los campesinos han sido las mayores amenazas ambientales para el área (FIGURA 2).

De esta forma, notamos cómo el discurso ecologista, generalmente de carácter más anecdótico (basado en relatos de experiencias y percepciones de terceros y sin sustento científico), (Buchanan, 2013) que técnico, de los campesinos contradecía los hechos actuales relacionados con la situación ambiental del páramo y la problemática socioambiental en curso. Así, a pesar de que, en una primera instancia, los campesinos habían mencionado que desconocían de las actividades mineras que se venían llevando a cabo en el área o que su preocupación giraba en torno a la protección del páramo, poco a poco las entrevistas permitieron conocer lo contrario.

En este sentido, el relato de uno de los campesinos sugirió que ellos ya conocían acerca de las actividades mineras que se venían realizando en el área. *"Hace varios años, mucho antes de la socialización del proyecto a los comuneros, la gente ya hablaba de la minería en el páramo"* (entrevista,

FIGURA 2 Visión del páramo de Quimsacocha en 2016: entre la ganadería y la protección de las fuentes para el consumo humano por **A.** el Ministerio del Ambiente y ETAPA a través de **B.** el programa MICPA.

FUENTE: FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



octubre 2016). Luego, esta información (la socialización del proyecto) fue corroborada por otro de los campesinos quien manifestó que ésta se había iniciado desde 1998. Aquí cabe mencionarse que, de hecho, esto fue uno de los requisitos que el gobierno solicitó a las empresas mineras en el país para adquirir la licencia ambiental, lo que a su vez les permitía avanzar hacia otras etapas de sus actividades mineras.

Continuando con nuestro diálogo, este comunero mencionó, además, que a pesar de que se llamó a todos los interesados para conocer acerca del proyecto minero (entonces llamado Quimsacocha debido a su proximidad a la laguna del mismo nombre), sólo un puñado de funcionarios parroquiales (entre éstos el actual líder de la oposición antiminera) o gente seleccionada fueron enviados a las charlas informativas. Luego de éstas, el propio líder de la Comisión llegó a pensar que la minería era “*el tesoro que sacaría a Victoria del Portete de la pobreza*” (entrevista, octubre 2016).

Entonces, si por un lado pudimos conocer que los campesinos sabían del proyecto y que, además, la minería era concebida como el motor que impulsaría al desarrollo de esta parroquia, ¿por qué surgió verdaderamente la oposición al desarrollo de esta actividad? La respuesta a esta pregunta, de acuerdo con los relatos de los campesinos entrevistados, puede ser atribuida a dos factores.

En primer lugar, señalaron que fue el líder de la Comisión, actualmente el vicepresidente de la Junta Parroquial, quien comenzó a difundir las noticias de que su medioambiente sería contaminado por la minería y que por ello debían organizarse y movilizarse. Al respecto, el líder corroboró esta información y señaló que, en efecto, él había sido el primero en enterarse de los ‘terribles efectos’ que la minería metálica había suscitado en otras localidades. No obstante, notamos que esto contradecía su primera impresión sobre la minería,

cuando la señalaba como el motor que dinamizaría a la economía de la parroquia. Entonces señaló que la principal problemática con el proyecto era que éste se encontraba cerca de las fuentes de agua que abastecían a sus vacas.

Así, esto sugirió que su verdadera preocupación era una posible afectación a su actividad económica. De hecho, a diferencia de la mayoría de los campesinos que entrevistamos, su posición económica podía ser considerada como envidiable: disponía de una propiedad de 100 hectáreas, con 35 de ellas para pastos (a diferencia de las aproximadamente 4 hectáreas del resto de los campesinos), 70 cabezas de ganado. De esta forma, obtenía un ingreso promedio de varios miles de dólares mensuales (mientras que, en el resto, los ingresos llegaban entre los 208 y 421 dólares mensuales) que le permitía, por ejemplo, cubrir un gasto anual de 4.000 dólares de fertilización de sus suelos (mientras que el resto de los campesinos tenían que ser pluriactivos y, en algunos casos, dependían de las remesas de sus familiares en el exterior).

En segundo lugar, los campesinos nos mencionaron que, efectivamente, el líder de la Comisión comenzó a visitar a otros ganaderos locales importantes para conversar sobre la necesidad de luchar en contra de la minería, lo que sugiere que este líder antiminero notó que, para proteger su actividad económica, necesitaba de la ayuda de un grupo social organizado y masivo. Fue así que impulsó y organizó talleres y charlas sobre la minería y sus efectos socioambientales.

De esta forma, si bien los argumentos que los ganaderos emplearon para oponerse al desarrollo de la minería empezaron como preocupaciones por sus intereses económicos, paulatinamente fueron adoptando, a través de distintos discursos (anecdótico y técnico), otras estrategias y un lenguaje ecologista propio de los movimientos occidentales para reivindicar sus demandas. De

esta manera, los ganaderos comenzaron a difundir entre los campesinos de Victoria del Portete frases como ‘¡No a la mina!, ¡el agua vale más que el oro!’ como los slogans de la lucha antiminera.

Esto llevó a que, gradualmente, el resto de los campesinos también comenzara a adoptar como propio este tipo de lenguaje. De hecho, según se notó en las entrevistas, esto los ayudó a obtener un mayor impacto entre la población local y de otras localidades, especialmente urbanas. Así, por un lado, claramente, proyectar a nivel nacional e internacional la protección del páramo y las fuentes de agua era necesario para concretizar sus reivindicaciones. Por otro lado, intentar minimizar u obviar los impactos que la ganadería había suscitado en su medioambiente también era imprescindible en este proceso de resistencia. Es más, a pesar de que esta actividad había sido identificada como una de las principales causas de contaminación de las fuentes de agua y la pérdida de cobertura vegetal en la parroquia (GAD Victoria del Portete, 2015), sus demandas se mantuvieron en favor de la protección de la ganadería, e incluso de una mayor pecuarización de la economía de la parroquia (FIGURA 3).

4. Discusión

Así, contrario a la hipótesis planteada, los resultados de la investigación demuestran que los actores que se movilizaron en contra de la minería en Victoria del Portete no poseen racionalidad ambiental. De hecho, a pesar de que en sus discursos aparecen elementos tales como la protección de las fuentes de agua y del páramo de Quimsacocha, continúan manteniendo la lógica de la mercantilización, a través de la ‘pecuarización de su territorio’ (Rebañ, 2016), propia de la economía clásica. En este sentido, se podría contradecir los argumentos que afirman que los campesinos toman decisiones a partir de un conjunto de parámetros ajenos a la lógica capitalista de mercado (Henningsen, 2001; Landini, 2011; Saquet, 2016).

Además, nuestros hallazgos refutan los planteamientos de otras investigaciones (Alvarado Vélez, 2016; Pérez Guartambel, 2012; Solano Ortiz, 2013a) en las que se argumenta la existencia de una ‘racionalidad ambiental pachamamista’; es decir, de una lucha histórica por parte de los campesinos, especialmente en la sierra ecuatoriana, por la protección de su medioambiente y los aspectos culturales vinculados a éste. En efecto, los resultados demuestran que los discursos en contra de actividades económicas diferentes a las locales podrían ser estrategias empleadas para la protección de los

FIGURA 3 Reivindicaciones de los campesinos de Victoria del Portete durante marchas en contra de la minería.

FUENTE: A) COLECTIVO QUIZHAQUIZHA (2008) Y LA TARDE (2009)



intereses particulares de los campesinos. Aquí, de hecho, podríamos argumentar que los procesos de resistencia en contra de la minería responden a una lógica campesina (Parra Serrano, 2011) que busca mantener el proceso histórico establecido con su medioambiente: explotar y lucrarse de los recursos disponibles para generar las condiciones que les permitan subsistir, incluso cuando sus actividades no son respetuosas del balance ecológico, ni mucho menos sustentables desde la perspectiva ambiental (Folchi, 2001).

Finalmente, es necesario resaltar las recomendaciones metodológicas de Alvarado Vélez (2016). En efecto, el diseño de trabajo de campo, a diferencia del documental, permitió profundizar acerca de los discursos empleados por los campesinos y sus verdaderos intereses de desarrollo pecuario para su localidad, lo que, no obstante, permite observar que la pecuarización de la economía en esta parroquia ha sido, y continúa siendo, como lo han demostrado otros estudios (Alvarado Vélez y Rebañ, 2018; Rebañ, 2017, 2018), factores de vulnerabilidad para su desarrollo. En este sentido, consideramos que sería necesario realizar estudios acerca de las perspectivas de desarrollo territorial en esta parroquia, en particular, y de los territorios que se enfrentan con el desarrollo de proyectos extractivos, en general.

5. Conclusiones

El análisis de esta investigación demuestra que las reivindicaciones de los campesinos de Victoria del Portete en favor de la protección del páramo y de las fuentes de agua, a través de la suspensión del proyecto minero Loma Larga, no son suficientes para proteger su medioambiente, ni muchos menos para conseguir el desarrollo integral de esta parroquia. De hecho, se observa como sus actividades agropecuarias han sido y continúan siendo altamente contaminantes de su territorio.

Nuestro estudio indica, además, que la organización de los campesinos para luchar en contra del proyecto minero Loma Larga no surge como una reacción espontánea de los campesinos. Más bien, la movilización emerge como resultado de los esfuerzos particulares de los ganaderos más poderosos de esta localidad para evitar que sus actividades económicas se vean amenazadas, incluso cuando éstas podrían perjudicar, en el mediano plazo, el desarrollo de este territorio.

Por ello, consideramos que las autoridades locales, en conjunto con los habitantes de esta parroquia, deberían pensar en la planificación y ejecución de un proyecto de desarrollo territorial que sea sustentable y sostenible.

6. Referencias citadas

- ALVARADO VÉLEZ, J. A. 2016. "Movimientos sociales con racionalidad ambiental: El caso de Kimsakocha". *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 7(1): 80-95.
- ALVARADO VÉLEZ, J. A. 2017. "Impactos económicos y sociales de las políticas nacionales mineras en Ecuador (2000-2006)". *Revista de Ciencias Sociales*, 23(4): 53-64.
- ALVARADO VÉLEZ, J. A. y N. REBAÑ. 2018. "Minería y vulnerabilidad de los territorios rurales en los Andes ecuatorianos: evidencias desde la provincia del Azuay". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(2): 390-407.
- ANGUELOVSKI, I. & J. MARTÍNEZ ALIER. 2014. "The 'Environmentalism of the Poor' revisited: Territory and place in disconnected glocal struggles". *Ecological Economics*, 102: 167-176.

- ARSEL, M.; HOGENBOOM, B. & L. PELLEGRINI. 2016. "The extractive imperative in Latin America". *The Extractive Industries and Society*, 3(4): 880-887.
- AVCI, D. & C. FERNÁNDEZ-SALVADOR. 2016. "Territorial dynamics and local resistance: Two mining conflicts in Ecuador compared". *The Extractive Industries and Society*, 3(4): 912-921.
- BONILLA MARTÍNEZ, O. A. 2013. *Agua y minería en el Quimsacocha*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Quito, Ecuador. Tesis de maestría.
- BUCHANAN, K. S. 2013. "Contested discourses, knowledge, and socio-environmental conflict in Ecuador". *Environmental Science & Policy*, (30): 19-25.
- COLECTIVO QUIZHAQUIZHA. 2008. *Jornada nacional de lucha contra proyecto de ley minera en Ecuador*. Disponible en: http://orosucio.madryn.com/articulos/08_11_19.html. [Consulta: octubre, 2017].
- FOLCHI, M. 2001. "Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas". *Ecología Política*, 22(22): 79-100.
- GAD VICTORIA DEL PORTETE. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Victoria del Portete 2015-2019*. Ecuador.
- HENNINGSSEN, P. 2001. "Peasant society and the perception of a moral economy - redistribution and risk aversion in traditional peasant culture". *Scandinavian Journal of History*, 26(4): 271-296.
- HILSON, G. 2002. "An overview of land use conflicts in mining communities". *Land Use Policy*, 19(1): 65-73.
- HILSON, G. & T. LAING. 2017. "Gold mining, indigenous land claims and conflict in Guyana's hinterland". *Journal of Rural Studies*, 50: 172-187.
- JENKINS, K. & G. RONDÓN. 2015. "'Eventually the mine will come': women anti-mining activists everyday resilience in opposing resource extraction in the Andes". *Gender & Development*, 23(3): 415-431.
- KUECKER, G. D. 2007. "Fighting for the Forests". *Latin American Perspectives*, 34(2): 94-107.
- KUHN, R. 2011. *No todo lo que brilla es oro: conflictos socio ambientales alrededor de dos proyectos de minería a gran escala en el Ecuador*. Universidad Andina Simón Bolívar, sede Ecuador. Tesis de maestría.
- LA TARDE. 2009. *Caminata desde Narancay*. Disponible en: <https://wordpress.ecuarunari.org.ec/wp-content/uploads/2017/07/AGUA-U-ORO.pdf>. [Consulta: febrero, 2017].
- LANDINI, F. 2011. "Racionalidad económica campesina". *Mundo Agrario*, 12(23). Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/>. [Consulta: mayo, 2018].
- LATORRE, S. 2014. "Resisting environmental dispossession in Ecuador: Whom does the political category of 'Ancestral Peoples of the Mangrove Ecosystem' include and aim to empower?" *Journal of Agrarian Change*, 14(4): 541-563.
- LATORRE, S.; FARRELL, K. N. & J. MARTÍNEZ-ALIER. 2015. "The commodification of nature and socio-environmental resistance in Ecuador: An inventory of accumulation by dispossession cases, 1980-2013". *Ecological Economics*, 116: 58-69.
- LEFF, E. 2004. *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI Editores. México.
- LEFF, E. 2008. "Decrecimiento o desconstrucción de la economía". *Polis*, 7(21): 81-90. Disponible en: <http://journals.openedition.org/polis/2862>. [Consulta: septiembre, 2017].

- PARRA SERRANO, W. 2011. *La racionalidad campesina frente a la producción agropecuaria en el Municipio de Garagoa*. Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1089/ParraSerranoWilliamGenaro2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Consulta: junio, 2018].
- PÉREZ GUARTAMBEL, C. 2012. *Agua u oro: Kimsakocha la resistencia por el agua*. Grafisun. Cuenca, Ecuador.
- REBAÍ, N. 2016. "Movilidades campesinas y dinámicas territoriales en los Andes ecuatorianos: una lectura geohistórica". En: N. GOEPFERT; S. VÁSQUEZ; C. CLÉMENT y A. CHRISTOL (Eds.). pp. 249-285- *Las sociedades andinas frente a los cambios pasados y actuales. Dinámicas territoriales, crisis, fronteras y movilidades*. IFEA/Labex Dynamite. Lima, Perú.
- REBAÍ, N. 2017. "Vulnerabilidad de la agricultura familiar y de los territorios rurales en los Andes ecuatorianos. Un análisis desde la provincia del Azuay". *Ecuador Debate*, (100): 167-177.
- REBAÍ, N. 2018. "Fortalecer los colectivos campesinos en los Andes ecuatorianos. Análisis desde las provincias de Chimborazo y Cotopaxi". *Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (13): 117-133.
- RODRÍGUEZ, D. 2016. "Experiencias comunitarias de gobernanza ambiental: el caso de Kimsakocha". En: P. ANDRADE ANDRADE (Ed.). pp. 133-148. *La gobernanza ambiental en Ecuador*. Corporación Editora Nacional. Quito, Ecuador.
- SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, L.; ESPINOSA-QUEZADA, M. G. & M. B. EGUIGUREN-RIOFRÍO. 2016. "'Golden reality' or the 'reality of gold': Artisanal mining and socio-environmental conflict in Chinapintza, Ecuador". *The Extractive Industries and Society*, 3(1): 124-128.
- SAQUET, M. 2016. "Territorios rurales y perspectivas de desarrollo territorial con autonomía: la agricultura campesina (agro)ecológica". *Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (10): 57-76.
- SOLANO ORTIZ, L. M. 2013a. "Defensoras de la Pachamama. Cinco años luchando en defensa de nuestros derechos". Disponible en: <http://cdn.biodiversidadla.org/content/download/99640/659850/version/1/file/Defensoras+de+la+Pachamama.+Cinco+años+luchando+en+Defensa+de+Nuestros+Derechos.pdf>. [Consulta: mayo, 2018].
- SOLANO ORTIZ, L. M. 2013b. *Impactos sociales de la minería a gran escala en la fase de exploración y el rol de las Defensoras de la Pachamama en la resistencia a los proyectos Río Blanco y Quimsacocha*. Universidad de Cuenca. Ecuador. Tesis de maestría.
- WAGNER, L. 2010. *Problemas ambientales y conflicto social en Argentina. Movimientos socioambientales en Mendoza. La defensa del agua y el rechazo a la megaminería en los inicios del siglo XXI*. Universidad Nacional de Quilmes. Argentina. Tesis de doctorado.
- WARNAARS, X. 2013. *Territorial transformation in El Panguí, Ecuador*. University of Manchester. Tesis de doctorado.
- WARNAARS, X. & A. BEBBINGTON. 2014. "Negotiable differences? Conflicts over mining and development in South East Ecuador". En: E. GILBERTHORPE & G. HILSON (Eds.). pp. 109-128. *Natural resource extraction and indigenous livelihoods: development challenges in an era of globalisation*. Ashgate. Surrey, Reino Unido.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Santo Domingo (Santo Domingo de los Tsáchilas),
Ecuador; agosto, 2018

Un modelo para el desarrollo

energético sostenible. La universidad, la geografía y los recursos endógenos

A model for sustainable energy development.
The university, geography and endogenous resources

Antonio Vázquez Pérez^{1, 2}

Wilbert Manuel Saltos Araus¹

Carlos Gustavo Villacreses Viteri¹

María Rodríguez Gámez¹

¹ Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, Portoviejo, Manabí, Ecuador

² Universidad de Alicante, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Geografía Humana, Alicante, España

avazquez@utm.edu.ec; wsaltos@utm.edu.ec; cvillacreses@utm.edu.ec; mariarodriguez@utm.edu.ec

Resumen

La promoción del desarrollo sostenible es un problema no resuelto dada la poca relación para concretar proyectos entre las universidades, las instituciones responsables de impulsarlos y las comunidades. Los actores locales y las instituciones no cuentan con información confiable y oportuna, lo que dificulta aplicar soluciones para el desarrollo sostenible. Para las universidades y la geografía contribuir a buscar soluciones es un reto. Este trabajo presenta un modelo de desarrollo energético sostenible basado en el análisis del potencial renovable que existe en el territorio, el cuidado del ambiente y la interacción con la sociedad, partiendo de sus necesidades y disponibilidad de recursos. Está a disposición de estudiantes, profesores e investigadores un sistema de información geográfica para gestionar gran volumen de datos georreferenciados para generar mapas, especificando la disponibilidad de recursos energéticos endógenos, de utilidad para diseñar proyectos que busquen la sostenibilidad del territorio. El Geoportal se expone como herramienta encaminada a reducir los efectos negativos de la falta de transparencia informativa vinculada con la gestión energética territorial.

PALABRAS CLAVE: ambiente; desarrollo local; fuentes renovables de energía; ordenación territorial; universidad.

Abstract

A problem to be solved to promote sustainable development is related to the lack of relationship to materialize projects among universities, the institutions responsible for promoting them and communities. The lack of reliable and timely information that local actors and institutions must have makes it difficult to apply alternative solutions for the sustainable development of the land. For universities and geography, contributing to solving this situation is a challenge. A sustainable energy development model is presented based on the analysis of the renewable potential that exists in the territory, the care of the environment and the interaction with society, based on their needs and availability of resources. A geographic information system is available to students, professors and researchers to manage large volumes of geo-referenced data linked to the territory, to generate maps specifying the availability of endogenous energy resources, useful for designing projects that seek the sustainability of the territory. The Geoportal is exposed as a tool aimed at reducing the negative effects of the lack of information transparency related to territorial energy management.

KEY WORDS: environment; local development; renewable energy sources; land-use planning; college.

1. Introducción

En los últimos años la Universidad Técnica de Manabí (UTM) en el Ecuador, se ha propuesto tener más influencia para impulsar el desarrollo sostenible del territorio, trazándose como reto conseguir una mayor presencia en la gestión de proyectos en las comunidades, tratando de estrechar las relaciones de trabajo entre las instituciones responsables de ejecutar los planes, los actores locales y la propia universidad representada por sus estudiantes y profesores. Todo ello con la finalidad de transferir información relevante a quienes toman las decisiones para el desarrollo sostenible del territorio.

Como parte de las actividades que se realizan, la carrera de Ingeniería Eléctrica de la UTM del Ecuador, se ha propuesto desarrollar un enfoque formativo dirigido a garantizar que los estudiantes adquieran conocimientos, que les permitan realizar análisis integrados de los territorios. La energía debe ser vista como un recurso autóctono que se debe emplear para suplir las necesidades de la sociedad con un enfoque local, procurando el fomento de localidades sostenibles energéticamente, donde se involucren estudios integrales en los procesos de inversión relacionados con la implantación de los sistemas energéticos.

Actualmente, la universidad ofrece al estudiante diversas carreras que lo preparan en función del razonamiento lógico, en la búsqueda de información relacionada con el impacto de las tecnologías en el ambiente y especialmente, las que inciden en el cambio climático y las consecuencias que se derivan de éste (Bravo, 2018).

El estudiante de ingeniería eléctrica debe ser capaz de reflexionar y valorar lo que ocurre en el esquema tradicional de generación, transmisión y distribución de la energía, pudiendo apreciar con un sentido crítico, que no es posible lograr la sostenibilidad desde una industria eléctrica esencialmente centralizada, que basa su funcionamiento en grandes centros de generación con

un despacho central de carga, donde se controla el proceso de generación y distribución de la energía, que es producida mediante la combustión de fósiles o la utilización intensiva de cualquier otra fuente (Rodríguez y Vázquez, 2018).

Cada vez con más claridad los estudiantes universitarios pueden observar las consecuencias que se derivan de las tradicionales políticas de desarrollo en el perfil energético (Martínez, 2018), pudiendo apreciar que en la mayoría de los casos, el entorno donde se extrae la materia prima para la generación de energía, se encuentra sometido a constantes riesgos de degradación ambiental.

Un ejemplo de lo expuesto anteriormente lo constituye la situación provocada por la actividad extractiva petrolera que ocurre en el Parque Nacional Yasuní, designado por la Unesco en 1989 como una reserva de la biosfera, ubicado dentro de los límites de las provincias Pastaza y Orellana en la región amazónica del Ecuador, que se extiende sobre un área de 9.820 kilómetros cuadrados (Palacios *et al.*, 2010).

Actualmente es un hecho que la carrera de electricidad de la UTM está proponiendo nuevos estudios a partir de análisis de factibilidad de la red eléctrica (Rodríguez, 2012), donde se realiza una investigación utilizando un sistema de información geográfica para el desarrollo sostenible, mediante el cual se muestran los datos georreferenciados de varios potenciales de fuentes renovables de energía en la provincia de Manabí, pudiendo brindar a los estudiantes nuevos conocimientos fundamentados en una visión del sistema eléctrico, a partir de los estudios de viabilidad de la extensión de la red eléctrica y sus costos (Martínez, 2018; Bravo, 2018).

Para ello se requirió poner en práctica y realizar el perfeccionar el modelo de desarrollo energético sostenible que se viene aplicando en la UTM desde el año 2016, que se fundamenta en el aprovechamiento de las fuentes endógenas y el papel que a priori deben jugar los actores locales para su

desarrollo y gestión (Rodríguez *et al.*, 2017). El avance de las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TICs) está revolucionando los niveles de enseñanza de forma tal, que los niños desde muy corta edad se conectan con la sociedad del conocimiento y el proceso de aprendizaje les resulta más fácil y pertinente, primero con la recepción de datos y, segundo, con la comprensión rápida de la información (Samaniego *et al.*, 2012).

Las TICs pueden auxiliar al sujeto en la mayoría de las tareas y acciones que en la actualidad se realizan en todos los niveles de enseñanza y en las diferentes asignaturas, convirtiéndose en parte de la vida cotidiana (Hasbún, 2015).

Los sistemas de comunicaciones en la actualidad suelen ser instantáneos, aprovechados para el aprendizaje de forma orientada y organizada, convirtiéndose en una herramienta para la gestión del conocimiento en cualquier nivel de enseñanza, de edad y sexo, pues no tienen barreras que impidan su uso (Custodio, 2014).

El objetivo del trabajo consiste en ofrecer una contribución al perfeccionamiento y divulgación del modelo de desarrollo energético sostenible diseñado y puesto en práctica en la UTM, como una herramienta que contribuye al desarrollo sostenible en la provincia de Manabí en el Ecuador.

2. Materiales y métodos

El método básico utilizado fue el inductivo a partir de la existencia del contenido del objeto de estudio, a la obtención de conclusiones propias, permitiendo con ello interpretar la esencia, las causas y los porqué de las propuestas y conclusiones finales relacionadas con el papel de la universidad para lograr territorios energéticamente sostenibles.

Se emplearon las técnicas investigativas de revisión de documentos, textos y el marco regulatorio, para obtener información sobre el modelo de planeamiento energético que debe asumirse

en relación con el desarrollo de las fuentes renovables de energía.

Se realizó una aproximación a las ciencias afines a la geografía, para lo cual se utilizó un sistema de información geográfica (SIG), en función de exponer la información y los resultados finales de los estudios realizados. Como cartografía básica se utilizó la información del modelo digital de elevaciones *Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER), *Global Digital Elevation Model* (GDEM) Versión 1, donde se hace un análisis cobertura de la tierra utilizando referencias WGS84/EGM96 (GDEM, 2011), así como la cartografía del Ecuador, extraída de la página web de acceso libre del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2013).

Para el manejo de la información de los potenciales vinculados con la energía solar y eólica, se utilizaron las informaciones correspondientes a las bases de datos publicadas en la página web de la NASA (Whitlock, 2000). Para las simulaciones que posibilitan la realización de los cálculos y la interpretación energética de los datos meteorológicos, se utilizó el software PVSyst (2004).

Relacionado con el área de estudio se parte del recurso renovable disponible en la provincia de Manabí en el Ecuador, exponiendo los mapas elaborados a escala cromática sobre el estudio de los potenciales solar, eólico y biomasa. Esta última fuente corresponde a las plantaciones de *Jatrofa curca* (piñón), fundamentalmente para la generación de energía en las islas Galápagos; pero es cultivada en la provincia de Manabí.

3. Discusión y análisis de los resultados

Los trabajos que actualmente se realizan en materia de planeamiento territorial tienen su base fundamental en las TICs. Para lograr la aplicación de un esquema de planeamiento sostenible, debe materializarse por niveles y a diferentes escalas.

En el perfil de la energía a escala provincial deben definirse las estrategias y el nivel del planeamiento según la política de desarrollo territorial trazada por el Estado, enfocados en el inventario de los potenciales renovables y la satisfacción de la demanda lo más próximo a los sitios de consumo, de forma que se logren disminuir las pérdidas por transmisión y distribución (Rodríguez, 2012).

La noción de planificación referida anteriormente supone una consideración que va más allá del servicio eléctrico, incorporando de manera integradora todas las utilidades energéticas que se derivan del empleo de las fuentes renovables como pueden ser: el bombeo de agua, su potabilización, el calentamiento de fluidos, la obtención y utilización de portadores energéticos renovables mediante el reciclaje de residuos y la gestión del fondo biológico para la producción de biodiesel. Para ello, la visión del planeamiento debe abandonar la filosofía centrista y netamente estratégica para comenzar a combinar los métodos de planeación descentralizada de abajo hacia arriba, es decir desde las comunidades y localidades, pasando por los consejos parroquiales y municipales hasta el nivel provincial (Rodríguez y Vázquez, 2018).

3.1 La gestión energética y el uso de la geografía

La gestión energética debe partir del concepto clave de priorizar el análisis de la viabilidad de las fuentes de energía para ser consideradas en el planeamiento energético, siempre partiendo de la disponibilidad territorial de su potencial, así como los impactos ambientales y sociales que se derivan de su introducción y aprovechamiento. Si los estudios de impacto económico, ambiental y social son positivos, se podrá lograr que los sistemas energéticos cumplan con su rol como garantía del desarrollo sostenible del territorio (Martínez, 2018).

Hoy día, algunos decisores no tienen una visión clara del impacto espacial que, desde el punto de vista social, desempeña la gestión ambiental en un territorio dado, y mucho menos poseen esta idea relacionada con las fuentes renovables de energía y el papel de los usuarios en el proceso para adoptar decisiones sostenibles en función del esquema energético.

Se puede afirmar que existen tecnologías competitivas que logran aprovechar de manera eficiente las fuentes renovables de energía. Esto posibilita que se puedan adoptar diseños de gestión energética mediante el aprovechamiento de recursos endógenos y donde, además, los usuarios puedan generar la energía que consumen o una parte de ella, incluso pudiendo comercializar los excedentes de la producción energética con terceros (Rodríguez y Vázquez, 2018).

Los territorios en sí mismos no poseen información en cuanto a la utilización eficiente de la energía, especialmente los potenciales renovables y las posibilidades de intervención en el espacio. Ésta debe ser recabada por los investigadores y de allí decidir qué hacer en dicho territorio.

La falta de información en el territorio relacionada con las fuentes renovables y las posibilidades de intervención en el espacio, constituye una limitante a cualquier pretensión territorial por emprender el camino de la autosuficiencia, mediante una planeación energética descentralizada, donde se puedan incorporar de manera coherente e integrada, toda la gama de servicios energéticos asociados a las energías renovables.

La ordenación del territorio debe usarse como una política de Estado y un instrumento de planificación del desarrollo sostenible, en función de la determinación de la ocupación del suelo para cada tipo de energía, pues se debe conocer, en primera instancia, cuál es la ocupación del territorio donde se pretende aplicar la tecnología (Lücke-Sánchez, 1998; Massiris, 2005). Estos requisitos suelen ser

más complejos en las ciudades de mayor tamaño, donde siempre existe menos espacio para ubicar las tecnologías renovables; de ahí la necesidad de aprovechar el aporte de la geografía, a través de la utilización de los sistemas de información geográfica (SIG), como herramienta gestora e integradora en el proceso de análisis de sitios adecuados para introducir las energías renovables, pudiendo desarrollar una visión competitiva no solo en el aspecto energético, sino en lo ambiental, económico y social.

Los usos de la geografía para estudios territoriales encaminados al desarrollo energético sostenible se pueden localizar, en trabajos desarrollados en Colombia con el MODERGIS, donde se determinan las áreas y los potenciales de las fuentes renovables y se valoran las zonas para el desarrollo de las tecnologías, teniendo en cuenta parámetros ambientales, económicos, sociales y culturales, pudiendo realizar una aproximación cercana a la sostenibilidad territorial (Quijano, 2012). Otros estudios realizados (López-Vázquez *et al.*, 2017) evidencian la necesidad de utilizar los SIG para ejecutar investigaciones encaminadas a la planeación energética desde el nivel local, que permitan el cambio hacia una matriz energética sostenible a mediano plazo.

3.2 El modelo de desarrollo energético sostenible

Varios países latinoamericanos han diseñado modelos de desarrollo energético sostenible (Rodríguez, 2012), enfocados a favorecer la adopción de un esquema de planeamiento ajustado a las necesidades energéticas de la sociedad en el territorio, y coherentemente direccionado al aprovechamiento de las fuentes renovables en todas sus manifestaciones.

La iniciativa diseñada y puesta en práctica en la UTM se denomina modelo de desarrollo energético sostenible y fue elaborado como resultado

de un proyecto de investigación realizado por investigadores de la mencionada universidad, a partir del estudio de las experiencias de los países latinoamericanos (Rodríguez, 2012).

Como rasgo característico del modelo referido anteriormente, se puede señalar que su aplicación se origina en la localidad, a partir de la necesidad social del servicio de energía y donde se pueden localizar fuentes energéticas endógenas que permiten satisfacer dicha demanda y, al propio tiempo, preservar recursos naturales, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las pérdidas, con lo cual se logra incrementar la eficiencia y disminuir el costo del servicio energético, desde su generación hasta el suministro a los usuarios finales.

La aplicación del modelo supone el desarrollo de diferentes etapas de trabajo, partiendo de la existencia del potencial y la obtención de la información final para cada territorio, con las áreas que reúnen las condiciones físico-energéticas para la implantación de los sistemas que aprovechan las fuentes renovables. En dicho caso, se realiza el análisis para cada tipo de fuente renovable y con ello los interesados pueden realizar planes reales enfocados en una visión de sostenibilidad, según las características de cada localidad, su demanda, las condiciones sociales, culturales y otros elementos que de forma puntual resulte conveniente incorporar.

En el diseño de las actividades a cumplir durante la aplicación de dicho modelo, se parte del análisis del territorio y, especialmente su perfil energético, evaluando el inventario de las fuentes convencionales existentes y el potencial de las fuentes renovables de energía. Particularmente, se analiza las posibilidades de uso del suelo en correspondencia con la política de desarrollo territorial existente, realizando el estudio de la demanda de energía por la sociedad, definiendo las posibilidades de satisfacción de dicha demanda

mediante el servicio derivado de la generación centraliza y cual pudiera ser cubierto con la generación distribuida. La finalidad de los análisis consiste en determinar las posibilidades reales de satisfacer las necesidades de energía de la sociedad, mediante el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía que se encuentra disponible en las localidades.

Finalmente, en cada territorio estudiado se realiza la evaluación de los impactos económico, ambiental y social, pues dichos análisis constituyen un instrumento importante para la integración del proceso energético, en la preparación y adopción de planes y programas que puedan tener repercusiones sociales significativas, sobre el desarrollo del proceso de penetración de las fuentes renovables, garantizando la preparación para la planificación y el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible (Rodríguez, 2012).

Una de las cuestiones a tener en cuenta durante la aplicación del modelo referido es que, para la incorporación de las fuentes renovables a escala del territorio, se debe partir por considerar la aplicación de los programas territoriales, logrando conciliar los intereses del desarrollo energético a escala local, con la política territorial proyectada por el Estado.

El modelo de desarrollo energético sostenible gestionado por la UTM constituye un instrumento referencial para los estudios territoriales, que inciden en la planificación y que contemple la integración en el territorio de los planes energéticos, permitiendo obtener una actuación administrativa integrada, para lo cual se establece la necesaria colaboración entre las empresas competentes en materia de energía, de ordenación del territorio y de los centros de investigación que intervienen en los estudios. Además, sirve para preparar a los estudiantes universitarios de las carreras afines al uso de la energía, con una visión sostenible en cuanto al uso del territorio de forma sostenible. En

la **FIGURA 1** se muestra el modelo de desarrollo energético sostenible para la provincia de Manabí, que ha sido diseñado y puesto en práctica por la UTM.

El modelo de desarrollo energético sostenible permite la aplicación de la política energética del país, mediante una participación directa de los actores locales comunitarios (López-Vázquez *et al.*, 2017), con una visión integradora de aprovechamiento de todas las fuentes disponibles, dirigida a incorporar los recursos renovables endógenos en cada sitio, dando origen a un nuevo paradigma de sostenibilidad y progreso, donde además de los impactos ambientales se tienen en cuenta los riesgos de desastres naturales que pueden afectar la infraestructura energética del territorio, especialmente los relacionados con la actividad sísmica, las inundaciones y los deslaves que constituyen los principales riesgos para la provincia de Manabí. Esta idea de planeamiento supone que cada territorio pueda adoptar el modelo de desarrollo más adecuado según sus características propias y disponibilidad de recursos endógenos.

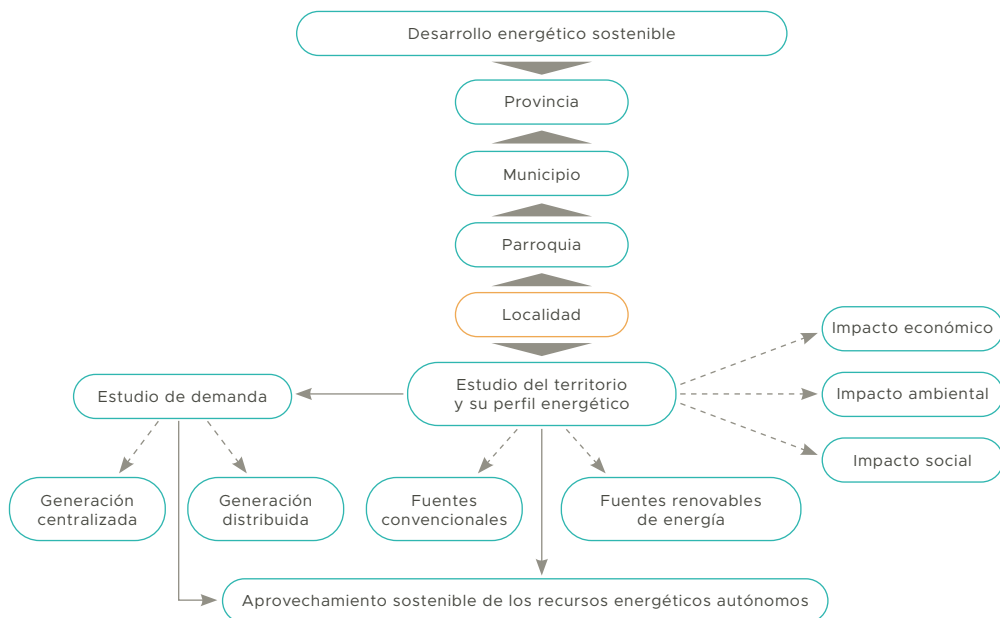
3.3 La ordenación territorial y las fuentes renovables aplicando los SIG

El ámbito de la ordenación de las fuentes renovables de energía, comprende las fuentes naturales de partida y la selección correcta del sistema de potencia con base en la disponibilidad del recurso existente. Estos criterios ayudan a la reducción de los costos, creando las condiciones para la sostenibilidad de las tecnologías renovables que se pretendan introducir, con el objetivo de aportar servicios energéticos baratos y de calidad, de manera estable y prolongada en las nuevas inversiones.

Durante la aplicación del modelo de desarrollo energético sostenible en la provincia de Manabí, se ha realizado el estudio del potencial energético de algunas fuentes renovables, entre las que se encuentran el potencial solar, potencial eólico y de

FIGURA 1 Modelo de desarrollo energético sostenible.

FUENTE: ELABORADO CON INFORMACIÓN DE: (VÁZQUEZ ET AL., 2019)



la biomasa, el potencial de obtención de biodiesel a partir de la *Jatropha curcas*. En la actualidad, se continúan los estudios para determinar el potencial hidráulico en los principales ríos del territorio, así como otros tipos de biomasa derivados de la actividad agropecuaria y de algunos residuales.

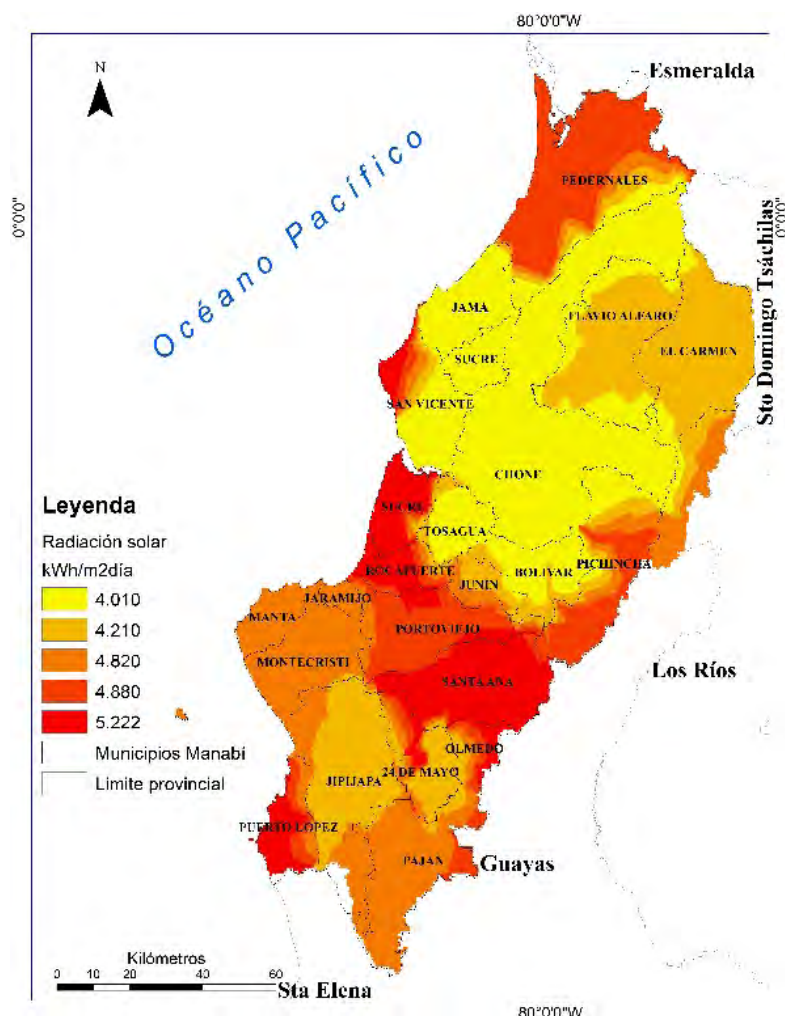
En la FIGURA 2 se muestra el mapa a escala cromática del potencial solar de la provincia de Manabí. En la FIGURA 3 se expone el mapa del potencial de viento medido a 20 metros de altura y, en la FIGURA 4, el mapa del potencial de biodiesel a partir de las plantaciones de *Jatropha curcas*. La información mostrada en los mapas sirve de instrumento para el desarrollo de programas energéticos territoriales, así como de planes donde se tiene en cuenta la coincidencia del potencial energético disponible, con el objetivo de integrar planes para la introducción en un ambiente energéticamente sostenible desde el punto de vista territorial.

Durante los trabajos para la aplicación del modelo de desarrollo energético sostenible para la provincia de Manabí, se elaboraron otros datos e informaciones que se encuentran incorporados en la base de datos del SIG, relacionados con la interpretación energética correspondiente a cada potencial de las fuentes renovables que ha sido estudiado, parámetros que resultan de interés durante los estudios para la introducción de las tecnologías que aprovechan las fuentes renovables de energía.

3.4 Los SIG y el Geoportal para el desarrollo sostenible

Para la aplicación de los SIG en el modelo de desarrollo energético sostenible diseñado y puesto en práctica en la provincia de Manabí, se tomaron como datos de partida, los trabajos desarrollados en la ordenación de las fuentes renovables de energía utilizando un SIG (Rodríguez, 2012),

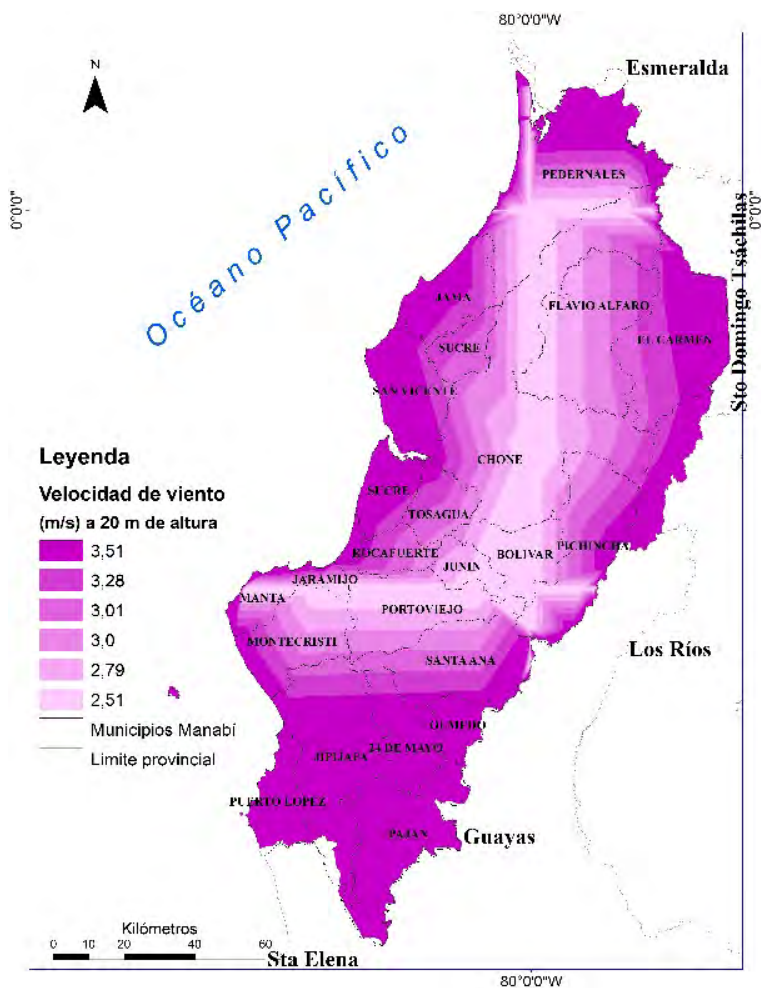
FIGURA 2 Mapa a escala cromática del potencial solar de la provincia de Manabí



donde se justifica y demuestra la capacidad de las energías renovables para dar solución a los problemas energéticos en comunidades aisladas, a la vez que pueden ser empleados en sistemas de generación de electricidad en otros niveles y escalas del planeamiento, con la implantación de los sistemas conectados directamente a la red eléctrica, representando un paso de avance en el camino por lograr reducir la dependencia del petróleo y la reducción de los impactos ambientales.

Para el diseño del modelo se consideró como referencia una central eléctrica de la generación distribuida en la provincia de Santiago de Cuba, donde se propone la penetración de una central fotovoltaica conectada a la red (Giraudy *et al.*, 2014), valorando las ventajas que representa su introducción en el alivio del consumo de petróleo y la estabilidad del servicio eléctrico en situaciones de desastres. Además, se tomó en consideración la investigación desarrollada para la sustitución de un

FIGURA 3 Mapa a escala cromática del potencial de velocidad de viento a 20 metros de altura en la provincia de Manabí



grupo electrógeno que funciona con combustible Diésel en una zona aislada mediante la introducción de tecnología renovable (Millet *et al.*, 2011).

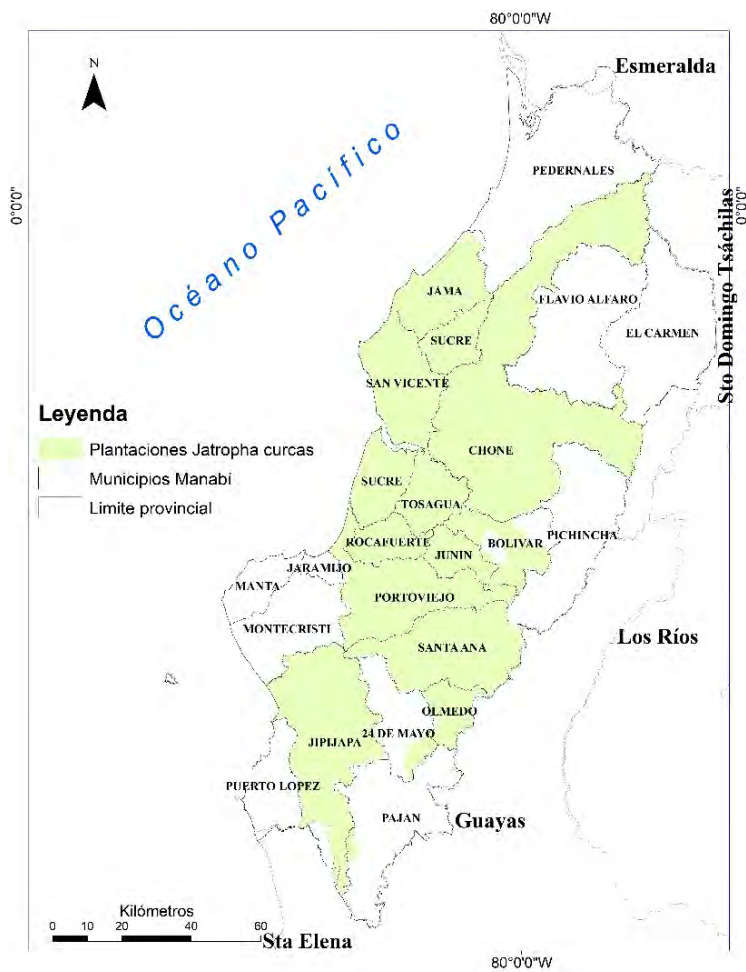
Los requerimientos informativos del modelo de desarrollo energético desarrollado en la UTM, prevén la elaboración de mapas temáticos confeccionados a escala cromática, con la información del potencial energético disponible de las distintas fuentes y de las aplicaciones de las energías renovables en el territorio, ofreciendo una información

espacial derivada, que refuerza los criterios de planeación energética de estos recursos.

El modelo es capaz de aportar resultados de análisis valorativos sobre la conexión de los sistemas renovables a la red eléctrica, considerando la eficiencia a partir de la distancia de los consumidores hasta la red y los análisis económicos del costo de inversión.

Según se ha señalado anteriormente, una de las barreras que frena el aprovechamiento de las

FIGURA 4 Mapa del potencial de biodiesel a partir de las plantaciones de *Jatropha curcas* en la provincia de Manabí



fuentes renovables, como una solución sostenible al tema energético en las localidades, está relacionado con la falta de información confiable sobre la gestión de la energía, especialmente la que tiene que ver con los potenciales de dichas fuentes y las posibilidades de utilización del espacio territorial para introducir las tecnologías que permiten su aprovechamiento.

Con el objetivo de reducir los efectos negativos derivados de la falta de transparencia informativa sobre la gestión de la energía en la escala local,

en la UTM se está desarrollando el proyecto denominado 'Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible' (SIGDS), y como herramienta de transparencia informativa se diseñó un Geoportal, de acceso libre para todos los interesados en realizar proyectos encaminados al desarrollo energético sostenible.

El Geoportal SIGDS permite situar en manos de estudiantes e investigadores, profesores, inversionistas y decisores, una herramienta capaz de brindar datos relevantes con información

espacial derivada, sobre los potenciales de las fuentes renovables y los sitios adecuados para la implantación de las tecnologías renovables, con información que ha sido escalada desde la escala de una localidad, parroquia, municipio y provincia. El sistema posibilita que los usuarios interactúen de forma amigable con la información gráfica y tabular reflejada en el sistema, representando una valiosa ayuda durante el proceso de elaboración de proyectos encaminados al aprovechamiento de las fuentes renovables. En la FIGURA 5 se puede observar la pantalla gráfica del Geoportal SIGDS.

La base de datos que dispone el Geoportal se muestra en mapas, datos tabulados, bibliografía de interés y otras informaciones relevantes de la gestión energética en la provincia de Manabí y se podrá consultar en un futuro cercano en <http://geoportal.utm.edu.ec/>, permitiendo aportar una idea integradora de la situación relacionada con el desarrollo energético sostenible del territorio, incorporando una visión abarcadora de las características propias de las localidades, la disponibilidad de las fuentes de energía y las posibilidades para la introducción de las tecnologías renovables.

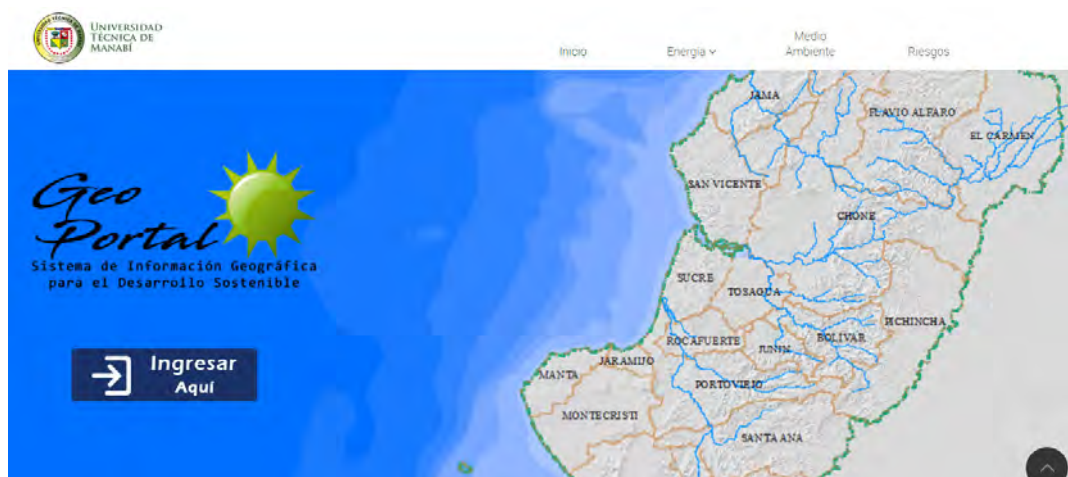
5. Conclusiones

En los momentos actuales constituye un reto significativo poder lograr la transferencia de los resultados y el conocimiento generado por la universidad, a los actores del desarrollo sostenible a escala local y, especialmente, a los facultados en el proceso de toma de decisiones, por lo que la aplicación de modelos que posibiliten el cumplimiento de dicho objetivo, cobra cada vez mayor importancia.

En los trabajos que realiza la universidad en las comunidades, las aplicaciones de los SIG como una herramienta eficaz de la geografía, facilita la realización de modelos que se enfoquen en el desarrollo sostenible, fundamentalmente para conocer de manera integrada el territorio y las instituciones involucradas en la toma de decisiones vinculadas con la realización de proyectos vinculados con el desarrollo sostenible.

Resulta clave el papel que puede jugar la UTM en interés de estrechar las relaciones de trabajo entre las instituciones responsables y los actores locales en la provincia de Manabí en Ecuador, con el fin de colocar en manos de los decisores

FIGURA 5 Pantalla gráfica del Geoportal SIGDS



la información adecuada, en el tiempo requerido para lograr la materialización de proyectos encaminados al desarrollo energético sostenible en el territorio.

El modelo de desarrollo energético sostenible diseñado en la UTM constituye una herramienta que, en manos de los decisores, puede ayudar al fomento de esquemas energéticos que propicien la sostenibilidad social desde la aplicación de los modelos de desarrollo local y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.

En la Universidad Técnica de Manabí del Ecuador están creadas las condiciones requeridas para realizar la publicación del Geoportal SIGDS

y garantizar el acceso a información georreferenciada y la transferencia de conocimientos a los actores locales, así como por las instituciones responsabilizada y los decisores, propiciando la realización de proyectos enfocados en el desarrollo energético sostenible.

6. Agradecimientos

El grupo de autores agradece a la dirección de la Universidad y al Departamento de Sistemas Informáticos, que han permitido, en conjunto con los docentes e investigadores, ir creando la plataforma de trabajo para cumplir con el modelo propuesto.

7. Referencias citadas

- BRAVO, B. J. J. 2018. *Diseño de un sistema de información geográfica para el desarrollo sostenible en Manabí*. Universidad Internacional de La Rioja. Máster universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos. España.
- CUSTODIO, N. J. 2014. "Evolución de las tecnologías de información y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje". *Revista Vínculos*, 11(1). Disponible en: Revistas.udistrital.edu.co/
- GDEM. 2011. *ASTER Global DEM Validation Summary Report from*. Disponible en: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>. [Consulta: noviembre, 2018].
- GIRAUDY, A. C. M.; RODRÍGUEZ, G. M.; MASSIPE, C. I.; VÁZQUEZ, P. A. y R. R. RODRÍGUEZ. 2014. "Factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red". *Revista Ingeniería Energética*, XXXV(2): 141-148.
- HASBÚN, H. 2015. *Las TIC y el Nuevo Paradigma de la Comunicación Institucional. Políticas y Estrategias en la Era de la Convergencia*. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo. Tesis de Doctorado en: Comunicación y Educación en los Entornos Digitales Facultad de Educación, Disponible en: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv?id=Educacion-Hhasbun/HASBUN_Helen_Tesis.pdf. [Consulta: diciembre, 2018].
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). 2013. *Capas de Información Geográfica básica del IGM de libre acceso. Codificación UTF-8*. Cartografía de libre acceso (Escala Regional). Disponible en: Geoportal.html. [Consulta: noviembre, 2018].
- LÓPEZ-VÁZQUEZ, C. M.; BUITRÓN-MÉNDEZ, G.; GARCÍA, H. A. y F. J. CERVANTES-CARRILLO. 2017. *Tratamiento biológico de aguas residuales*. Publicación de la edición en español 2017 IWA Publishing. Disponible en: <https://www.researchgate.net/>. [Consulta: agosto, 2018].
- LÜCKE-SÁNCHEZ, O. 1998. *Base conceptual y metodológica para los escenarios de ordenamiento territorial. Sistema Nacional para el Desarrollo Sostenible*. Ministerio de la Presidencia y Planificación de Costa Rica. Disponible en: <http://www.mideplan.go.cr/sinades/>.

- MARTÍNEZ, F. V. A. 2018. *Implementación del sistema de información geográfica para la eficiencia energética en Manabí*. Universidad Internacional de La Rioja. Tesis Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos.
- MASSIRIS, Á. 2005. *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Colombia.
- MILLET, R. Z.; RODRÍGUEZ, G. M. y A. R. ESPINO. 2011. "Propuesta de sustitución de la energía generada con un grupo electrógeno por energía renovable en la comunidad de Pinar Redondo, del municipio de San Luis". *Revista CUBASOLAR*. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/>. [Consulta: octubre, 2018].
- PALACIOS, D.; ORTEGA, E.; RENGEL, D.; GUATEMAL, É.; MORALES, J. y F. HURTADO. 2010. *Yasuní. Informes temáticos*. No 2. Dirección Nacional de Protección de Derechos Humanos y de la Naturaleza. Disponible en: <http://repositorio.dpe.gob.ec/>. [Consulta: noviembre, 2018].
- PVSyst. 2004. *PVSyst V5.55. Herramienta para el diseño y simulaciones técnicas en sistemas fotovoltaicos*. Disponible en: www.pvsyst.com. [Consulta: diciembre, 2018].
- QUIJANO, R. 2012. "MODERGIS application: Integrated simulation platform to promote and develop renewable sustainable energy plans, Colombian case study". *Revista Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16: 5.176-5.187.
- RODRÍGUEZ, G. M. y A. VÁZQUEZ P. 2018. *La energía fotovoltaica en la provincia de Manabí*. Ediciones UTM. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.
- RODRIGUEZ, G. M.; VÁZQUEZ, P. A.; SARMIENTO, S. A. & R. Z. MILLET. 2017. "Renewable Energy Sources and Local Development". *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(2): 10-19. Disponible en: <http://sciencescholar.us/journal/index.php/ijssh>.
- RODRIGUEZ, G. M. 2012. *La ordenación y la planificación de las fuentes renovables de energía en la isla de Cuba desde una perspectiva territorial. Estudio de caso en el municipio de Guama a partir de un GEOPORTAL*. EDDitorial CIEMAT, Madrid, España.
- SAMANIEGO, P.; LAITAMO S. M.; VALERIO, E. y C. FRANCISCO. 2012. *Informe sobre el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la educación para personas con discapacidad*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Oficina en Quito. Ecuador. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/>. [Consulta: noviembre, 2018].
- VÁZQUEZ, A.; RODRÍGUEZ, M.; VILLACRESES, C. & M. VELEZ. 2019. "Local Energy Development and Sustainability: The Ecuadorian University". *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(05-Special Issue): 451-458. Disponible en: <http://jardcs.org/>.
- WHITLOCK, C. H. 2000. Release 3 NASA surface meteorology and solar energy data set for renewable energy industry use. Proceedings of Rise and Shine 2000. *The 26th Annual Conference of the Solar Energy Society of Canada Inc.*

A corrida pelo El Dorado

na Amazônia e a saga
dos povos da floresta

The Dorado race for in the Amazon
and the saga of the people of the forest

Maria Liziane Souza Silva

Maria das Graças Silva Nascimento Silva

Universidade Federal de Rondônia,
Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia,
Porto Velho (RO), Brasil
liziane.souza.silva@hotmail.com; gracinhageo@hotmail.com

Resumo

O estado do Acre, sul da Amazônia brasileira, terra que já abundou a seringueira, matéria prima fundamental na fabricação da borracha, foi atrativo para milhares de pessoas que vieram principalmente do Nordeste brasileiro, final do século XIX e meados do XX, em busca de trabalho e dinheiro fácil. Neste estudo abordou-se a história de duas famílias descendentes de nordestinos residentes no estado: do Sr. Divaldo Alves de Souza e da Sra. Guiomar Medeiro Marques. A situação destas famílias era das mais difíceis devido ao árduo trabalho, o perigo com animais selvagens, doenças típicas da região e o isolamento dentro dos seringais. Neste estudo adotou-se a abordagem fenomenológica, por contemplar as percepções, as subjetividades, emoções e afetividades. A principal técnica adotada foi a da fonte oral.

PALAVRAS CHAVES: látex; trajetórias migrantes; nordestino; Brasil.

Abstract

The state of Acre located in the south of the Brazilian Amazon land that has already abounded with rubber tree, fundamental raw material in the manufacture of rubber, was attractive to thousands of people who came mainly from the Brazilian northeast at the end of 19th century and early 20th, in search for work and easy money. In this study, we will address the story of two descendant families living in Acre, originally from northeast Brazil, Mr. Divaldo Alves de Souza and Mrs. Guitar Medeiro Marques. The situation of these families was the most difficult, because of the exhaustive work and danger with wild animals and some usual diseases in this region and the insolation inside syringes. In this study, we adopt the phenomenological approach for contemplating the perceptions of subjectivity, emotions and affections of these families. The main technique adopted for this study and source was the oral data.

KEY WORDS: Amazon; latex; migrant routes; Northeast.

1. Introdução

A ocupação da Amazônia por cearenses é marcada por movimentos migratórios a partir do final do século XIX, com o advento da expansão extrativa da borracha, feitos por levas de pessoas vindas principalmente do Nordeste brasileiro. O contexto internacional advindo da Segunda Revolução Industrial fez com que a economia mercantil da borracha ficasse em alta tornando-se atrativo para milhares que vieram em busca da garantia da moradia, do trabalho e do tão sonhado 'El Dorado'. Foram milhares que aqui chegaram movidos pelo discurso de terra farta, terra abundante. E como em toda região amazônica, o Acre também foi local que acolheu milhares destes.

Calcula-se que de 1850 a 1900 a população do vale Amazônico aumentou dez vezes. No Acre, esses cearenses começaram a chegar com maior intensidade a partir de 1877 para o corte da seringa, composto por homens que saíam do nordeste brasileiro, de áreas sertanejas do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Tempos depois, na década de 1940, essa economia novamente é reacendida, durante a 'Batalha da Borracha' em período da Segunda Guerra Mundial. Mais uma vez acontece outra migração para a Amazônia, em sua maioria feita por cearenses que viram neste espaço a oportunidade de fazer fortuna (Martinello, 2004).

Entre milhares desses migrantes estão as famílias do Sr. Divaldo Alves de Souza e da Sra. Guiomar Medeiro Marques, descendentes de famílias cearenses que migraram para o Acre incentivados pela grandiosa falácia que descreviam este lugar como terra de riqueza fácil. Como tantos outros seringueiros enfrentaram dentro dos seringais a dura realidade, oposta daquelas divulgadas pelas propagandas das rádios, cartazes, ou em folhetos pela mídia do Nordeste brasileiro.

Neste conjunto de detalhes entra a importância do tema escolhido, ponto de partida para a compreensão desta migração. O objetivo aqui foi

refletir através dos relatos dos filhos e/ou esposas, que também são frutos deste processo uma vez que vivenciaram diariamente as dificuldades dentro de seringais, sobre as promessas feitas pelo governo durante o recrutamento desses migrantes; os perigos e adversidade enfrentado no dia-dia dentro dos seringais; as vivências; as experiências e o resultado de todo esse processo. A ideia não foi revelar um resultado, mas olhar sobre este outro ângulo e mostrar que existem outras histórias além daquelas contadas nos livros.

2. Procedimentos metodológicos

Para a memória e imaginário dos migrantes nordestinos sobressai a abordagem fenomenológica, um método importante para a geografia, que considera as diferentes experiências dos sujeitos, ancoradas na forma de sentir, na percepção e conhecimentos dos indivíduos (Gomes, 1996).

A palavra fenomenologia significa o estudo ou a ciência dos fenômenos e tem Gustav Albert Husserl como pai deste método e da compreensão da pessoa humana. O projeto fenomenológico se define como 'uma volta às coisas mesmas' (Husserl, 1989). No combate a adoção do empirismo e do psicologismo, como fundamento da ciência e da filosofia, buscou consolidar um método liberto de pressuposições, das certezas positivas que permeiam o discurso das ciências empíricas, as que define como ingênuas. Mas, acreditava que a suprema fonte de todas as afirmações racionais é a consciência doadora imaginária. Por isso, o método não se preocuparia com o desconhecido por detrás do fenômeno, mas com o dado, sem querer decidir se este dado é uma realidade ou uma aparência: haja o que houver, a coisa estaria ali.

Foi através deste método que tivemos a possibilidade da troca de sentimentos empáticos, de forma a poder colocarmos no lugar do outro, na

capacidade de poder sentir a dor do outro e compreendê-lo como se fôssemos um só. Foi na aposta destas sensações, em valorar as sensibilidades destes migrantes, ouvindo cada particularidade, que se optou pelo método fenomenológico.

Quanto a técnica adotada selecionamos a fonte oral que tem se mostrado através dos séculos como uma fonte de conservação, de difusão do saber, para a ciência em geral (Gonçalves e Lisboa, 2007). Ela antecede ao desenho e a escrita, citada nos estudos de Thompson (1992), quando diz que ela é tão antiga quanto a própria história, pois foi a primeira espécie de história. Então, definido os entrevistados, as seguintes etapas foram contempladas:

1. Localização dos entrevistados, nos municípios acreanos, através de conhecidos da família da própria pesquisadora (que é descendente de nordestinos);
2. Agendamento do dia, local e horário mais conveniente, respeitando as preferências de cada um dos sujeitos;
3. Viagem aos municípios dos entrevistados;
4. Visita e concretização da entrevista, com perguntas pré-selecionadas, mas assistemática, como numa conversa informal. Com permissão dos participantes foi feito registros fotográficos e gravação das falas por um celular;
5. Transcrição das falas na íntegra no computador.

A escolha de trabalhar o oral visa, sobretudo, dar espaço a história destes sujeitos que foram em sua maioria invisibilizados, não valorizados e base do fenômeno migratório nesta região. Nas diversas horas das entrevistas, o ato de rememorar nem sempre era uma ação saudável e positiva para eles, notava-se sentimentos por vezes que perpassavam por dores e sofrimentos, alternados também de saudades, certa nostalgia. É justamente no ouvir e descrever estas histórias que podemos diminuir o campo de nossas indagações, permitindo a

descrição das representações destes sujeitos que viveram a história ou, de alguma forma, com ela tiveram contato. Por isso a importância de fazer falar uma voz adormecida há tempos.

Ouvir estes relatos foi como voltar no tempo, fazer este tempo 'presente', algo vivo, que é na verdade, nosso esforço aqui. Poulet (1992) afirma que é graças a esta memória, que o tempo não está perdido. E apesar de entender que o uso oral não é uma representação exata do que existiu, é através deste esforço que buscamos propor uma inteligibilidade, dando voz a estes seringueiros.

3. Área de estudo: o estado do acre

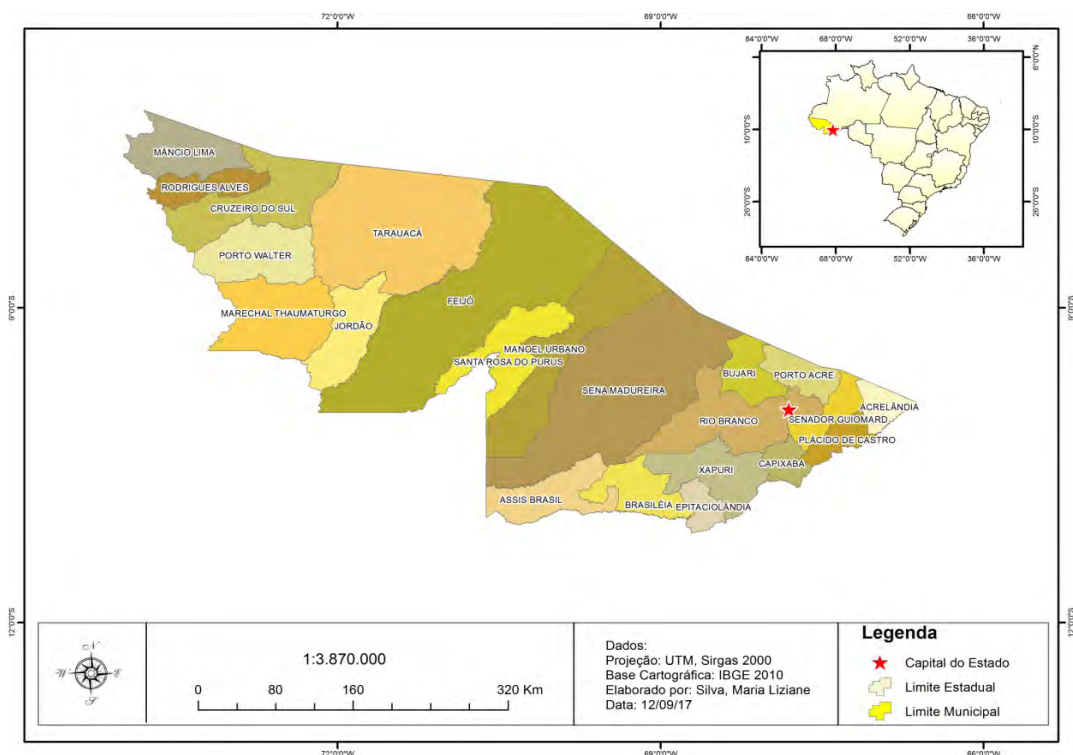
O recorte espacial escolhido para este estudo foi o estado do Acre, localizado ao sul da Amazônia brasileira, região que ainda abriga milhares destes seringueiros. Escolhemos duas regiões neste estado que eram portas de entrada desses migrantes durante a economia da borracha: o município de Tarauacá, as margens do rio Tarauacá, localizado no centro do estado e o município de Mâncio Lima, extremo oeste do estado, próximo às margens do rio Juruá (FIGURA 1).

Historicamente a economia acreana baseia-se no extrativismo vegetal, sobretudo na exploração da borracha, responsável pelo povoamento não indígena da região. Durante a economia da borracha, os afluentes da margem direita do rio Amazonas eram os únicos caminhos dos seringueiros, por onde adentravam através de navios desde os portos de Belém até chegarem no Acre (FIGURA 2).

Localizado na porção ocidental da região norte do país, na Amazônia ocidental, entre as longitudes de 66°38' WGr e 74°00' WGr e latitudes 7°07' S e 11°08' S, o Acre faz limites internacionais com o Peru e a Bolívia e divisas estaduais com Rondônia e o Amazonas. Com uma área de 164.123,737 km², representando 1,92 % do território nacional e

FIGURA 1 Mapa político do estado do Acre.

FONTE: ELABORADO POR MARIA LIZIANE S. SILVA, 2017



4,26 % da região norte é o 15º estado brasileiro em extensão territorial (Acre, 2008). Segundo censo do IBGE em 2010, possui uma densidade demográfica de 4,47 hab/km², e a estimativa populacional para 2016 era de 816.687. Atualmente, este estado tem 22 municípios e tem como capital a cidade de Rio Branco (IBGE, 2010).

A madeira é o principal produto de exportação do estado, também grande produtor da castanha-do-pará, açaí e óleo de copaíba. Entre os principais produtos agrícolas destacam-se: a mandioca; o milho; o arroz e a cana de açúcar (Acre, 2008). É um estado considerado novo. Em 15 de junho de 1962, através da Lei 4.070, foi elevado da condição de Território Federal para a categoria de Estado. Atualmente, 71 % da população concentra-se nas

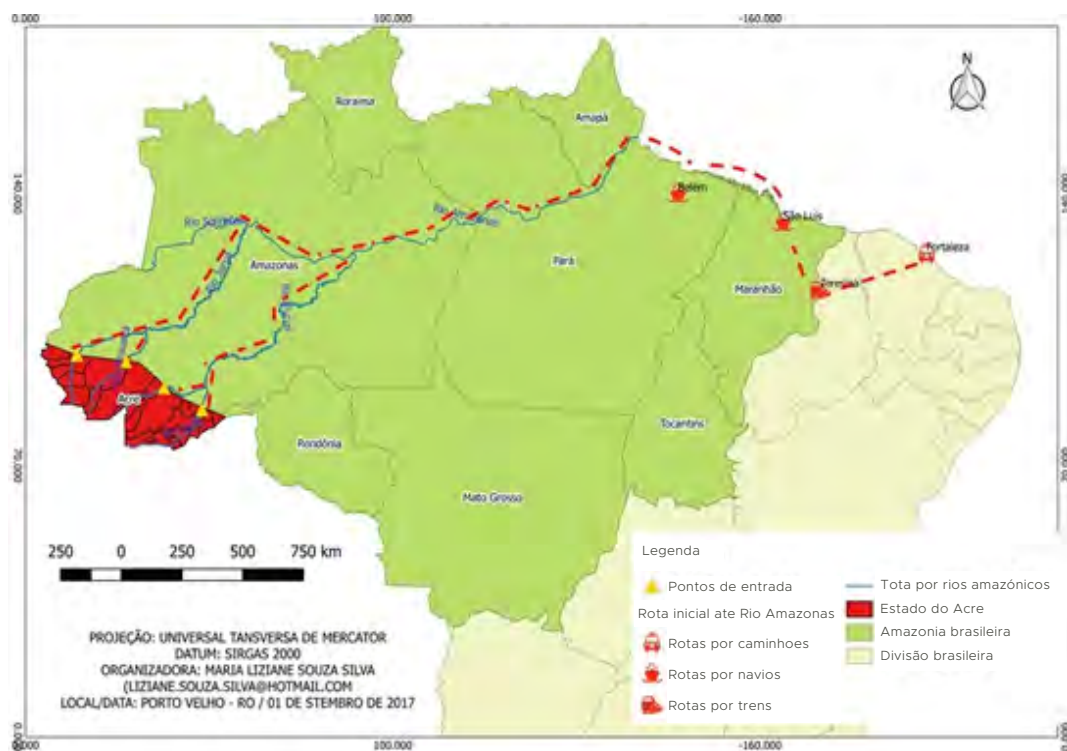
áreas urbanas, predominando a capital, Rio Branco com 58 % (Acre, 2009).

O mais ocidental dos estados do Brasil, o Acre ainda mantém boa parte de sua área florestal, cerca de 90 %, preservada. Até a década de 1970, mais da metade da população do Acre vivia em forte relação com a floresta, na condição de seringueiros, ribeirinhos ou indígenas, inspirando a denominação hoje conhecida como ‘povos da floresta’. Sua economia até então era de base extrativista, e desde então, adquiriu um caráter mais desenvolvimentista e exploratório (Acre, 2010)

Todavia, falar do território acreano requer discutir a história de sua ocupação por não indígenas, que se constituiu devido às milhares de famílias provindas de lugares tão longínquos, que se lança-

FIGURA 2 Rota migratória de nordestinos até o estado do Acre.

FONTE: ELABORADO POR MARIA LIZIANE S. SILVA, 2017



ram neste novo espaço, carregados de anseios, sonhos e grandes expectativas de fazer fortuna.

4. Amazônia do século XIX e XX no contexto mundial

Durante muito tempo, a região amazônica foi conhecida como terras desconhecidas, que não despertava nenhum atrativo ou interesse, economicamente falando. A importância de se analisar os motivos e detalhes que fizeram esse quadro se reverter é tamanha, pois, está intimamente ligada com os fatores externos (Europa e EUA), que acontecia nesse momento fazendo com que os fatores internos (Brasil), contribuíssem ainda mais para a mudança desse quadro.

Na segunda metade do século XIX, a borrachajá era uma matéria prima indispensável à indústria de bens de consumo na Europa e nos Estados Unidos e, conseqüentemente, iniciava-se o crescimento de exportação da mesma. Mas foi a partir de seu processo de vulcanização (a borracha torna-se infensa às variações de temperatura) que houve um súbito crescimento. A quantidade exportada quintuplicou, começando então um período de interesse tanto nacional como internacional sobre a Amazônia, que continha reservas vultuosas de seringais (Oliveira, 1985). Daí se vê a emergência do neocolonialismo, que continha em seu mais íntimo objetivo: a conquista econômica dessas 'zonas estratégicas' para garantir o monopólio de suas matérias primas. É neste quadro de pro-

fundas transformações estruturais que se situa a economia extrativa da borracha na Amazônia.

4.1 Primeiros fluxos migratórios de nordestinos para a Amazônia

Alguns fatores contribuíram para a migração nordestina como as ilusões de enriquecimento rápido, as propagandas realizadas por seringalistas para atrair essa mão de obra, os subsídios governamentais concedidos para o transporte, a facilidade do transporte de cabotagem (navegação mercante) até o porto de Belém, além da famosa seca de 1877 que assolou aquela região formando consequentemente excedentes populacionais nos locais de trabalho (FIGURA 3). E era a região do Acre uma das que mais atrairia, visto pelo potencial de riqueza em látex. Calcula-se que de 1850 a 1900 a população do vale Amazônico aumentou dez vezes (Martinello, 2004).

Os dados acima revelam o tamanho que foi essa migração em sentido norte do país explicando a realidade econômica da região naquele momento. Segundo Oliveira (1985), a região destacou-se como a principal fornecedora do látex. Este ciclo

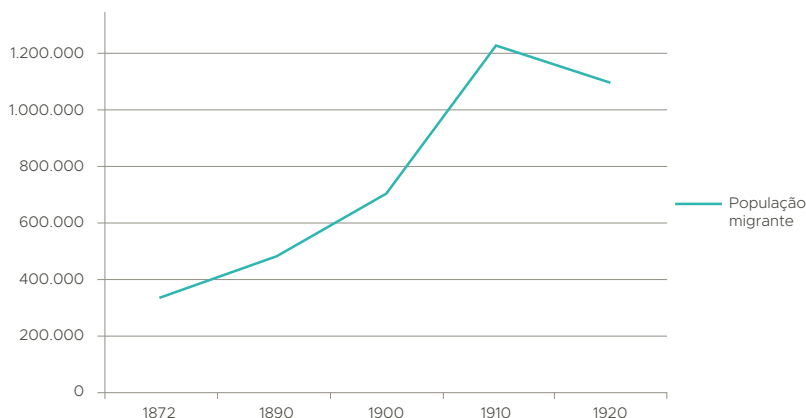
permaneceu em alta atingindo seu clímax em 1912. Mas o que parecia inimaginável, com uma riqueza 'inesgotável', acontece em seguida a queda da produção. O ano de 1912 seria o auge e o fim da hegemonia brasileira. As razões que levaram à queda da exportação foram devido a emergente concorrente asiática que agora possuía plantios da seringa e exportava agora em maior quantidade.

4.2 Segundo fluxo migratório para a Amazônia

Após um longo período de decadência da exportação da borracha brasileira que levou muitos seringais a falência, deixando seringueiros em total abandono, esse quadro viria a mudar justamente porque seu principal concorrente, a Ásia, tivera suas plantações arrasadas pela Segunda Guerra Mundial, na década de 1940. Este foi um momento, mesmo que curto e simbólico em relação à outrora, de reavivamento da exportação da borracha no Brasil. A partir de 1942, durante o período da Segunda Guerra Mundial, o Brasil novamente se destacaria como fornecedor de matérias primas para o EUA, principalmente a

FIGURA 3 Evolução populacional da região Norte (1872-1920).

FONTE: SANTOS (2004), MODIFICADO POR MARIA LIZIANE S. SILVA, 2018



borracha, ressuscitando e reativando a maioria dos seringais. Era o segundo surto da borracha na Amazônia (Martinello, 2004).

Acordos internacionais foram feitos e os incentivos governamentais brasileiros começam, entre eles cartazes otimistas e slogan como ‘borracha para a vitória’, mobilizando novamente extratores de diversos estados, inclusive os veteranos nordestinos, que coincidentemente com o primeiro ciclo da borracha, passavam novamente por mais uma seca, agora no ano de 1941-1942, reunindo cerca de 20 a 30 mil flagelados para se alistarem a trabalhar nos seringais da Amazônia (FIGURAS 4, 5 e 6). O projeto se deu durante a gestão do então Presidente Getúlio Vargas (Martinello, 2004).

Estes métodos publicitários eram de responsabilidade do Departamento de Propaganda e Imprensa (DIP), do Governo Getúlio Vargas, para trazer o nordestino novamente à Amazônia (Santana, 2012), agora como um ‘soldado da borracha’ (em época de guerra Mundial ele poderia optar entre ir ao front de guerra ou ‘servir’ na Amazônia). Nestas imagens percebe-se o grande poder de influência da imagem ideológica, colocando a região como terra da fartura, terra da vitória,

mostrando caminhões carregando toneladas de borracha colhidas com fatura pelos trabalhadores, sem nenhuma conexão com a realidade que os esperava. Palavras perfeitamente articuladas, projetadas como signo ideológico, destacando aquilo que discute (Bakhtin, 1999), quando a palavra é designada por um signo ideológico, e tem o poder do convencimento, de instigar a persuasão no indivíduo, que geram transformações sociais significativas, dotada de valores sociais, mas mergulhadas nas contradições.

A grande mobilização não poupou até mesmo o então presidente da República Getúlio Vargas, que fez a seguinte declaração: “*Brasileiros, com a mesma clareza com que me habituei a falar-vos, venho hoje dirigir-me a vos para solicitar a vossa cooperação leal e decidida em prol de uma campanha que hoje se inaugura: a campanha da borracha. Sabeis quão gigantesco é o desgaste de material na presente guerra. [...]. As armas Aliadas precisam de mais borracha, dessa borracha que existe [...]. Extraí a borracha onde puderdes, de acordo com os planos que estão, hoje, sendo lançados através de todos municípios brasileiros, com a colaboração sincera de vossos prefeitos. A solidariedade de vossos sentimentos me dá a certeza*

FIGURAS 4, 5 e 6 Propaganda do governo Getúlio Vargas, feita pelo pintor suíço Pierre Chabloz que ajudou a persuadir nordestinos a migrar para a Amazônia.

FONTE: SANTANA, 2012



prévia da vitória desta campanha que nos dará mais borracha para a vitória. Inauguro, pois, solenemente o Mês Nacional da Borracha, a que ficarão consagrados esses dias de junho, nos quais ides aumentar, poderosamente, o nosso esforço de produção.” (Boletim da Associação Comercial do Amazonas, 1943, apud Martinello, 2004: 146).

Também era comum ouvir nas rádios e jornais apelos diários, como já mostrava jornal ‘O Acre’ em 1943, segundo Nascimento Silva (2000): “*Seringueiros! (...) o instante que atravessa a pátria não deixa a nenhum filho do Brasil o direito de esquivar-se do cumprimento do dever. O esforço de guerra que empreendemos para derrotar os soldados tiranos, e as batalhas que travamos nos campos, fábrica, mares, céus, escolas, lares, templos de fé e etc., estão a exigir de todos nós – soldados da liberdade – uma contribuição maior e melhor pela vitória do Brasil e dos aliados. Todas as nossas atenções e preocupações devem estar voltadas neste momento grave de nacionalidade para a voz de comando do chefe nacional Getúlio Vargas obedecendo-o com energia e boa vontade, a fim de que mais tarde, vitoriosos, olhemos com orgulho o passa-*

do de cabeça erguida, entreguemos a nossos filhos o legado dos nossos maiores: A Pátria estremecida, com sua história acrescida do nosso exercício e do amor ao Brasil.” (Jornal o Acre, 1943, apud, Nascimento Silva, 2000: 59).

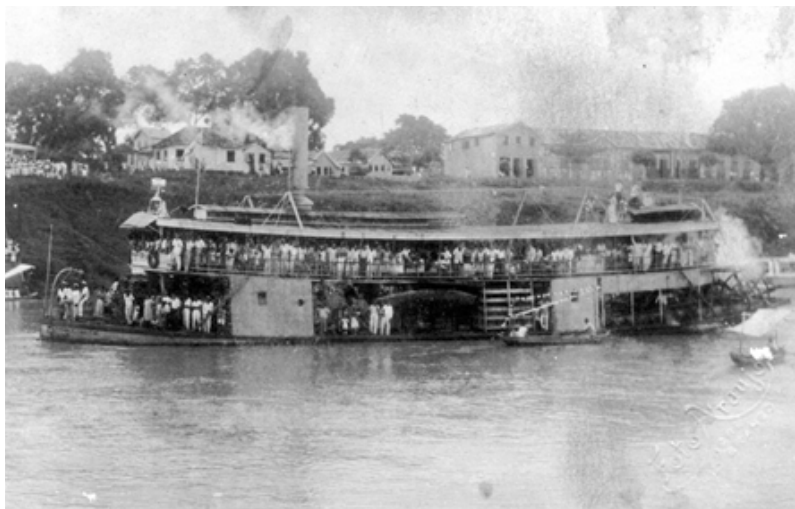
Era um discurso que precisava entrar em cada lar, persuadir, iludir, conquistar famílias inteiras a migrarem. Propagandas oficiais invadiam o Nordeste e o sonho de riqueza e vida próspera, o paraíso parecia estar mais perto do que se poderia imaginar. O nordestino precisaria ser valente e leal, se alistar e mostrar todo seu amor ao país (Santana, 2012). É sob esse sistema de ‘incentivos’ que ocorre novamente outra migração. O Acre também será um dos receptores destes extratores conforme mostra FIGURA 7 abaixo.

5. Trajetórias de seringueiros no acre

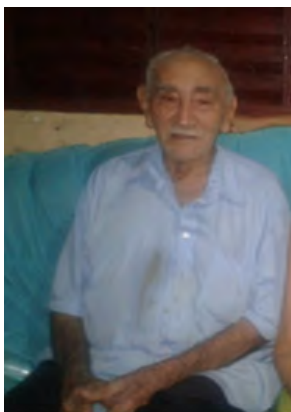
Este ponto trata da história de duas famílias que tiveram suas vidas marcadas pela migração durante o primeiro e segundo surto da borracha para o estado do Acre.

FIGURA 7 Chegada de milhares de nordestinos pelo rio Acre, para seringais acreanos, década de 1940.

FONTE: SANTANA, 2012



5.1 Divaldo Alves de Souza 92 ex-seringueiro do município de Tarauacá, hoje residente em Rio Branco, Acre



FONTE: PAULO CESAR B. PEREIRA, 2017

A entrevista foi realizada em março de 2017, durante viagem realizada a capital de Rio Branco. Iniciamos a conversa de forma descontraída com belas gargalhadas mostrando um ser agradabilíssimo e muito acolhedor. Antecipadamente, já havia pré-selecionado um roteiro de perguntas, que ia anexando-as durante a nossa conversa, de forma que as colocarei na sequência respondida.

Quais os motivos da vinda de sua família para o Acre? “Meus avós são tudo nordestino ne. Meu pai, Joaquim, chegou aqui no Rio Iaco, em Sena Madureira, em pra cortar 1906, naquela época chamavam brabo ne, quando foi em 1909 ele volta pro Ceará, chego encontro a mãe dele já falecida, pai dele ainda era vivo ele volta no começo de 1910. Em 1916 casou com minha mãe e em 1926 eu nasci. Só eu mesmo. Pois é, nasci lá no seringal Paraíso”.

O entrevistado, Sr. Divaldo, é filho de migrantes nordestino chegados para o corte da borracha ainda durante a primeira economia da borracha. Filho deste processo, foram os seringais amazônicos sua única vivenda.

Como era a situação dentro dos seringais? “Eu comecei a cortar ainda antes da guerra, com 18

anos. La onde nos trabalhava, o trabalho era difícil. Cortava de madrugada porque era melhor de tirar leite, é mais frio ne, e a seringa tem dela que o vento coalha logo o leite. Tinha estrada que era longe, aí eu ia. O chato era sair bem cedo, com muito sono. O sapato era a gente mesmo que fazia. Mas aí os pés ficava durmente, vermelho. A rôpa a mulher costurava, comprava tecido lá no barracão. Não era lavada todo dia porque não dava tempo, as vezes só no domingo lavava. A gente naquela época vivia da caça e tinha peixe no rio. Quando o caçador não mata na estrada aí a gente tirar um dia pra caçar porque não pode ficar sem rancho ne, mas era difícil. [...] Vi muita onça. Uma vez, eu me atrepei com medo, e num atirei, porque elas tavam muitas assim, fazendo uma roda, eram muitas, eram umas oito pra dez. Passei mais de horas lá, vendo aquela zuada delas, até que depois oh! perna pra quem te quer! [...] É, a malária sempre atacava mais ne, eu tive muita malária. Mas, eu tinha inflamação, eu passei assim uns dois mês, que eu num tinha coragem era de nada, eu pensei que ia morrer, era uma fraqueza no corpo. Cada vez mais fraco. Até que eu tomei um remédio e fiquei bom. [...] Quando a mulher ganhava neném era com as parteiras. Tinha uma que morava com duas horas, viajava de noite ne”.

Seu discurso revela a dificuldade dentro dos seringais: acordar de madrugada, sem roupas adequadas, enfrentando perigos de animais silvestres ou a densa mata ate chegar para pedir ajuda a alguém era algumas das situações diárias.

Teve algum contato com a família do Nordeste depois que veio ao Acre? “Rapaz, um tempo desse, tá com bem uns dez anos, minha filha trabalhava na Teleacre, e lá ela teve contato com uma sobrinha do meu pai. Por que em 1943 meu pai teve notícia dele e dera o endereço pra ele, mas depois perdeu o contato. Minha filha teve contato com político lá de fortaleza, ora, político né..., ai ele ligou pra mim, deu o endereço, no outro dia ele conseguiu, falei com essa minha sobrinha. Mas depois perdemos o contato dinovo. Ninguém conhece mais ne”.

Apesar de ter feito contato uma vez Sr. Divaldo não conseguiu mais o contato com sua família deixada no Nordeste, esgotando toda possibilidade de resgate do vínculo familiar.

Ganharam muito dinheiro com o corte da seringa? Comparando antes com o agora, qual sua avaliação? “Não. Num ganhei não, porque no seringal que trabalhei dava pouco leite ne. [...]. Hoje tá tudo mais fácil. Agora pra mim não tá porque eu tô velho, não tenho mais força ne, não aguento mais andar. Não tenho força de pegar um objeto. Mas tenho saudade da mata. Isso é que tenho saudade, da época de fazer as coisas. Eu além de cortar eu também já fui mateiro, fazia estradas. Eu vim pra Rio Branco por causa do estudo das meninas. Já tá com 27 anos que cheguei. Eu num queria vir não. Ai pessoal me aconselhava: rapaz vai embora! Cheguei aqui fui vender banana. Já tava aposentado, do soldado da borracha. Eu cansei de dizer: se eu viver até 40 anos pra mim já tá bom, cansei de dizer. Hoje já tenho 92 anos”.

Ele revela que não chegou a ganhar dinheiro com o corte da seringa, quebrando de vez a falácia das inúmeras campanhas nacionais, que falavam em enriquecimento, muita fartura para este seringueiro. Mas apesar disso Sr. Divaldo lamenta a saudade da mata também, uma das coisas que remetem boas lembranças, principalmente porque eram tempos em que podiam trabalhar.

5.2 Guiomar Medeiro Marques, nascida em 1927, 91 anos, moradora de Mâncio Lima à direita e sua filha Zilmar Marques à esquerda

Da mesma forma que o primeiro entrevistado seguimos a sequência das perguntas. Em viagem em fevereiro de 2017 ao município de Mâncio Lima, dona Guiomar nos recepcionou com um carinho diferenciado estampado na face por estar revendo sua neta (a autora é neta de dona Guiomar) que há anos não a via. O carinho foi igualmente recíproco.



FONTE: PAULO CESAR B. PEREIRA, 2017

Quais os motivos da vinda de sua família para o Acre? “É, eles contavam lá (no Nordeste) que aqui era um ri de riqueza, a borracha era uma riqueza, todo mundo que era seringueiro era rico, tinha muito dinheiro! Não tinha nada!, Meu pai contava que eles diziam que a seringueira era uma bolsa de dinheiro! Todo mundo vivia bem e o cearense vieram pra cá, muito cearense nessa época! Vieram so sofrer e morrer aqui e nunca puderam voltar, algum que volto!”.

Na fala da Sra. Guiomar observa-se o poder das grandes propagandas governamentais e/ou dos próprios patrões em busca de mão de obra para seus seringais. O nordestino era alvo destes anúncios, das ideologias criadas sobre esta região.

Como era a situação dentro dos seringais? “Pelo menos meus irmãos, eles saía duas horas da madrugada todo dia pra cortar, não podia passar nem um dia, porque passasse um dia, atrasava, tinha que pagar a renda da estrada, e tinha que cortar todo dia, chegar duas horas da tarde, aí ia defumar o leite, defumar o leite e preparar a borracha. Quando acabava dali ia mariscar pra pegar a janta. O cearense que vieram pra cá vieram só sofrer, morrer aqui! vieram só morrer aqui e sofrer! Não teve um que dissesse que vivia bem não! sofrendo dentro da mata, cortando

seringa, com fome, saindo de casa meia noite pra cortar seringa, como meu pai saía,...isso aqui tudo era mata bruta, todo canto, não tinha estrada pra canto nenhum, seringueiro carregava as borrachas nas costas, sacos de farinha nas costas, horas e horas pra poder chegar em casa, na barraquinha dele. Era um sacrifício muito grande, era pobre nesse tempo, era uma pobreza tão grande que fazia pena. Não sabiam..., queriam e matavam as estradas, cortavam sem saber, a estrada morria. O povo era muito pobre, era coberto de remendo, a rôpa só tinha remendo, da boca da calça até em cima, na cintura, era remendado, era homens e mulheres, pouca gente que não tinha remendo nas roupas... Pobre, num tinha do que viver, criava um bacurim na corda, criava uma galinhazinha mais num dava pra criar muito porque antes de crescer comia e ainda tinha que cortar seringa. Outros viviam so da agricultura, plantando um pezim de roça, de milho, essas coisas, tudo era muito difícil, pra comprar as coisas era um sacrifício, tinha gente que comia até ensoço, falta de farinha em tudo. Era muito perigoso, tina muita onça pra atacar a pessoa na mata, era um sacrifício medonho. Eu também ajudava a plantar milho, mandioca, arroz,... cansei de ajudar, tanto na casa do meu pai, como aqui com meu marido. Ia, ia pro roçado também. Antigamente era duro, antigamente era cruel. Num existia remédio como existe hoje em dia não. Se sentia uma dor dava 'ventosa' Aí no lugar da dor enchia um copo d'água, quando acabava butava no lugar da dor. Aquela força chupava do copo d'água, o copo ficava chupado ate passar. Quando tirava passava a dor. Muita gente fazia".

A narrativa revela que não havia facilidade para ninguém, ao contrário, a dificuldade imperava. Essa era a realidade dentro dos seringais, passando privações, correndo perigos, fome; era tempo de sofrimento, de trabalhar para sobreviver. Cai por terra neste momento o discurso da 'terra da fartura, terra do dinheiro'.

Teve algum contato com a família do Nordeste depois que veio ao Acre? "Meu marido não! Ele não

tinha contato com ninguém lá. Só irmão ele disse que era 20 irmão. Agora quando ele veio pra cá, a mãe dele e o pai dele já tinha morrido, é uma família grande, mas ele nunca teve contato com ninguém... nunca mais teve contato, perdeu tudo. A minha mãe tinha muita vontade, de rever a família, mas ela morreu em 1942".

A perda do vínculo familiar era algo comum. Pai, mãe, inúmeros irmãos, foram totalmente apartados devido grande distância e a falta de comunicação existente da época.

Ganharam muito dinheiro com o corte da seringa? Comparando antes com o agora, qual sua avaliação? "Só dava pras contas. Hoje ta rico! Pessoal ta todo mundo rico, avista de antigamente ta tudo rico, porque antigamente passava de um ano sem ver um tostão na mão, num tinha do que viver, num tinha do que receber nada, era uma pobreza tão grande".

O dinheiro era insuficiente. A Sra. Guiomar relata a facilidade existente atualmente. Somente o fato da facilidade ao acesso às coisas é comparada a uma grande riqueza, ou seja, hoje sim, estes sujeitos conseguiram a riqueza.

6. Considerações finais

A economia da borracha na Amazônia promoveu fato nunca visto antes nesta região. A grande ocupação por milhares de pessoas vindas, principalmente do nordeste brasileiro, para compor a força de trabalho específica para o corte da seringa, quando se tornara uma das principais economias do país, o 'ouro branco' do momento.

O período áureo da borracha deslumbrava tamanha riqueza -para os imperadores desta região. Porém, não é comum encontrar obras abordadas a partir da visão daqueles que vieram para compor a força de trabalho nos seringais. Por isso nosso empenho de dar voz, ouvindo alguém que esteve intimamente ligado e foi fundamental neste processo, olhando sobre esse outro ângulo e

descobrimos que existem escondidos pelas ‘frestas’ da história, novas e grandiosas revelações que vão de encontro desconstruindo toda uma falácia implantada pelas propagandas da época.

Os relatos nos revelam que ninguém ficou rico, ninguém teve a vida transformada pela riqueza da borracha. Tudo era utopia. O sonho de riqueza e de voltar com vida melhorada virou fumaça, virou ilusão. Foram submetidos a um trabalho penoso, perigoso. Impedidos de escapar de tal situação pelo isolamento e solidão que era os seringais, era o seringueiro aparentemente livre, mas na verdade era um escravo. Para muitos, este foi um caminho sem volta pois, nunca mais viriam seus entes queridos deixados no Nordeste.

Todavia, não foram fracassados, ao contrário, através destes relatos nos mostram como foram fortes, destemidos diante as situações de perigos, seja por animais, por doenças típicas que os acometiam, pela dificuldade de acesso de um

seringal ao outro, pela fome que passaram, pela roupa que não tinha para vestir. Repassaram para seus descendentes que são capazes em meio a todas as adversidades.

Seus nomes não estão estampados em nenhum monumento, livro, ou prédio histórico nem tampouco em lista de heróis. Mas foi ouvindo suas narrativas que descobrimos que foram mais que heróis, tornaram-se imperadores dos saberes, ricos de coragem, de superação, que desenvolveram seus próprios métodos de sobrevivência. Foram os mais importantes soldados, e diferentemente do que a história oficial os elege, estes foram sem dúvida os verdadeiros heróis da Amazônia. Chegaram fixam-se no novo espaço e formaram a base daquilo que hoje se conhece por sociedade acreana, conhecidos também como ‘povos da floresta’. Quanto à saudade, ah, esta foi guardada delicadamente nos confins de suas memórias.

7. Referencias citadas

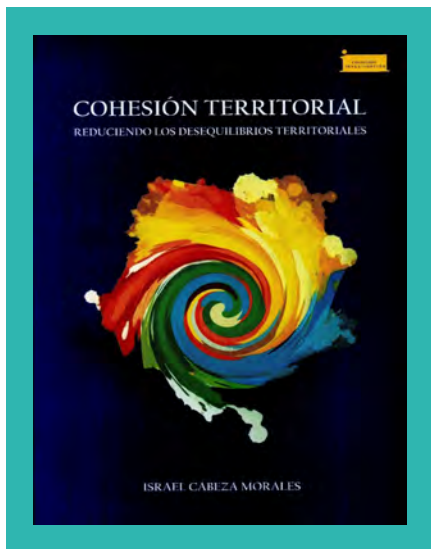
- GOVERNO DO ESTADO (ACRE). 2008. *Atlas do Estado do Acre*. Fundação de Tecnologia do Acre. FUNTAC. Rio Branco, Brasil.
- GOVERNO DO ESTADO (ACRE). 2009. *Acre em números*. Secretaria de Planejamento. SEPLAN. Rio Branco, Brasil.
- GOVERNO DO ESTADO (ACRE). 2010. *Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre*. Fase II (Escala 1:250.000) – Documento Síntese. (2ed) SEMA. Rio Branco, Brasil.
- BAKHTIN, M. 1999. *Marxismo e filosofia da linguagem*. Hucitec. São Paulo, Brasil.
- GOMES, P. C. da. 1996. *Geografia e modernidade*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.
- GONÇALVES, R. C. e T. R. LISBOA. 2007. “Sobre o método da história oral em sua modalidade trajetórias de vida”. *Revista Katdl*, 10: 83-92.
- HUSSERL, E. 1989. *A ideia da fenomenologia*. Edições 70. Rio de Janeiro, Brasil.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. *Censo demográfico*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac>. [Consulta: setembro, 2017].
- MARTINELLO, P. 2004. *A batalha da borracha na Segunda Guerra Mundial*. EDUFAC. Rio Branco, Brasil.
- NASCIMENTO SILVA, M. G. S. N. 2000. *O espaço ribeirinho*. Terceira Margem. São Paulo, Brasil.

- OLIVEIRA, L. A. P. de. 1985. *O Sertanejo, o Brabo e o Posseiro: Os cem anos de andanças da população acreana*. Governo do Estado do Acre. Rio Branco, Brasil.
- POULET, G. 1992. *O Espaço Proustiano*. Imago. Rio de Janeiro, Brasil.
- SANTANA, M. 2012. *Soldados da Borracha - A propaganda do DIP e o pintor suíço que ajudou a persuadir nordestinos a virem para a Amazônia*. Blog Rondoniaovivo. Disponível em: <http://www.rondoniaovivo.com/noticias/>. [Consulta: julho, 2017].
- THOMPSON, P. 1992. *A voz do passado*. Paz e Terra. São Paulo, Brasil.



BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA

***BOOKS
REVIEW***



Israel Cabeza-Morales

COHESIÓN TERRITORIAL: REDUCIENDO LOS DESEQUILIBRIOS TERRITORIALES

*Territorial cohesion: reducing the territorial
imbalances*

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC),
2018; 170 p. ISBN 978-958-660-275-4
Tunja (Boyacá), Colombia

Israel Cabeza-Morales

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC),
Escuela de Ciencias Sociales (ECS). Área de Geografía,
Grupo de Investigación 'Vida Territorial Sostenible (VTS)', Tunja, Boyacá, Colombia
Israel.cabeza@uptc.edu.co

El texto publicado como libro producto de investigación, bajo el sello editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), en el centro-oriente colombiano, es una muestra de los cambios que se presentan en el contexto de la planificación e incluso en el ordenamiento territorial, a lo cual la geografía puede dar respuestas que permitan la gestión integral de los territorios.

En tal sentido, el texto pone de manifiesto el concepto de cohesión territorial, trabajado desde hace algunos años en el marco de la planificación europea y recientemente en América Latina. Además de examinar la evolución del concepto y plantear una redefinición del mismo para Colombia y América Latina, a través del concepto de territorio, desde una aproximación geográfica se propone la instrumentalización del concepto, es decir se plantea la necesidad de medir la cohesión territorial.

El carácter territorial del concepto, interpretado desde una perspectiva sistémica, lleva al reconocimiento de unas dimensiones de lo territorial (*económico-productivo, político-institucional, físico-ambiental y sociocultural*), de las que se desprenden categorías e indicadores con los que se plantea una ruta metodológica que, posteriormente, es validada. La revisión que soporta tanto la base conceptual como la base metodológica, especialmente los diferentes ejercicios de evaluación o medición de la cohesión territorial, constituyen lo más significativo del ejercicio de investigación presentado como obra. Sin embargo, no se puede pasar por alto, la aplicación metodológica que se realiza en una de las ciudades más importantes del caribe colombiano, como lo es el Distrito de Cartagena de Indias, ubicado en el departamento de Bolívar, y reconocido por su connotación turística e histórica; de este modo, en el texto se realiza un examen de la cohesión en Cartagena tanto a nivel de unidades comuneras de gobierno (agrupaciones barriales), como de localidades (divisiones administrativas locales).

Cabe mencionar la ausencia de referentes similares en el contexto latinoamericano y el carácter político que implica tanto la definición de cohesión territorial como de territorio, ya que, para el autor, de manera implícita, uno de los problemas de la adopción del concepto en Latinoamérica es su uso como eufemismo para el desarrollismo que promueven algunas entidades y que, a su vez, aumenta las brechas, entendidas como desequilibrios.

La complejidad de la narrativa territorial es algo que se aborda igualmente en el texto, particularmente cuando se explica la condición innecesaria de diferenciar la cohesión territorial, de la cohesión económica y de la cohesión social, así como de mostrar la primera como producto de las siguientes, lo que no constituye más que una expresión de la simplificación sesgada de lo territorial.

Es loable el esfuerzo que hace el autor, aunque se le puede cuestionar aspectos como la adopción del método para integración de indicadores y el carácter implícito del trabajo de campo realizado, a lo cual bastaría destacar que el área de estudio es su lugar de origen, aunque ello no se registra en el texto. Pese a este tipo de detalles, el texto posi-

bilita preguntas inherentes a la teoría geográfica como: ¿Qué rol desempeñan los desequilibrios en el ordenamiento y el desarrollo territorial? ¿Cómo entendemos el desarrollo territorial en la actualidad? ¿Cómo armonizar la relación espacio-territorio en la teoría geográfica? ¿Qué implica la búsqueda de equilibrio en geografía?

Las anteriores preocupaciones dan cuenta de la riqueza del texto y de un ejercicio de investigación que proyecta continuidad. Ello, sobre la base de que sigue siendo de interés geográfico la búsqueda de lecturas y/o exámenes cada vez más integrales de los territorios; de que, más allá de la cohesión, la integración armónica en, desde y para los territorios es la base de la planificación, al igual que la armonía socioespacial no es sinónimo de homogeneidad.

Por estas razones, la lectura de la obra permite reflexionar sobre las fronteras de la disciplina, que implican la adopción de una postura frente a conceptos como lo sistémico, lo sistemático y lo complejo de los problemas espacioterritoriales. Este tipo de reflexiones han de incidir en el futuro de la disciplina, pero especialmente en los procesos de planificación y gestión por los que se trabaja tanto a nivel local como a nivel global.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Todos los trabajos remitidos a la *Revista Geográfica Venezolana* deberán ser originales y no estar sometidos o editados en otras publicaciones periódicas de naturaleza similar (impresas o electrónicas). Para efectos de arbitraje los autores deben eliminar la personalización de la copia de Microsoft Office de su equipo. El escrito debe ser enviado vía correo electrónico (regeoven@gmail.com) al Editor de la Revista, donde será sometido a arbitraje bajo el sistema doble ciego. Anexa al trabajo los autores deberán enviar carta de originalidad y cesión de derechos. De ser necesario, remitir un CD contentivo del texto que, de preferencia, debe estar escrito con el procesador Word en letra Times New Roman de 12 puntos y párrafos con doble espacio, a la Secretaría de la Revista (Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Oficina de Publicaciones. Universidad de Los Andes. Vía los Chorros de Milla. Mérida 5101, Venezuela). En ambos casos, SIN FORMATOS ESPECIALES NI TABULACIONES. Si los manuscritos contienen figuras, cuadros o elementos similares debe especificarse el programa con el cual fueron hechos.

ARTÍCULOS

Bajo esta categoría se incluirán trabajos de hasta 25 páginas (resumen, abstract, palabras clave, cuerpo del artículo, figuras, gráficos y referencias citadas), tamaño carta, escritos a doble espacio, con márgenes de 3 cm en los cuatro lados. También hay que indicar fecha y lugar de finalización del artículo. Luego, si fuese el caso, fecha de la revisión y corrección. Para que un trabajo se incluya en esta categoría debe contener lo siguiente:

TÍTULO

Debe ser preciso, breve y claro. Su extensión no deberá exceder las 15 palabras. Debe estar centrado en la parte superior de la primera página, en negrita. Inmediatamente debe aparecer en inglés, en texto normal y minúscula.

NOMBRE DEL AUTOR(ES) Y DIRECCIÓN

El nombre del o de los autores debe aparecer debajo del título, hacia el lado izquierdo. Inmediatamente debajo del nombre, debe colocarse dirección institucional, teléfono y correo electrónico.

RESUMEN

A continuación del nombre y dirección del autor(es), deberán incluirse dos resúmenes, (español e inglés) de no más de 150 palabras. El resumen en inglés se denominará Abstract. El resumen debe ser claro y conciso, no siendo necesario referirse al texto del artículo; tampoco debe incluir citas ni referencias.

PALABRAS CLAVE

Inmediatamente después de cada resumen (español e inglés) debe aparecer la línea de palabras clave que identifican los aspectos centrales del artículo. Deben estar separadas por punto y coma (;). De preferencia no deben ser más de 5. Ejemplos:

Palabras clave: geomorfología; Venezuela; Andes; Mérida; valle del río Mocotíes.

Key words: geomorphology; Venezuela; Andes; Mocotíes river valley.

TEXTO

El texto del artículo debe comenzar en página aparte. Los elementos estructurales deben ser: introducción, materiales y métodos, resultados, discusión de los resultados, conclusiones y referencias citadas. Esta estructura puede ser flexible dependiendo de la especialidad del tema tratado. En todos los casos se debe definir una jerarquización de los títulos y subtítulos; ejemplo: 1.; 1.1, 1.2; 2... Los nombres científicos deben escribirse en cursivas. Para los números decimales deben usarse comas y no puntos. Los agradecimientos deben ser concisos y aparecer antes de las Referencias citadas. La introducción deberá señalar, de preferencia, la naturaleza, importancia y alcance del problema tratado, así como los objetivos del trabajo. Se hará una descripción concisa de los materiales y métodos usados bajo la denominación de "metodología" o "materiales y métodos". Bajo materiales se consideran aspectos como mapas, aerofotografías, imágenes satelitales, equipos, productos, etc.; bajo la denominación métodos se

consideran procedimientos, tratamientos y técnicas empleadas, técnicas de laboratorio, etc. En los resultados se presentarán los efectos de todos los hechos analizados. Estos podrán combinar discusión e interpretación.

REFERENCIAS CITADAS

Las referencias citadas en el texto deben señalarse entre paréntesis, con el nombre del autor seguido por una coma y el año de la publicación; por ejemplo (Silveira, 2013). Cuando la cita sea textual deberá indicarse el número de página correspondiente (Silveira, 2013: 15). Si la referencia en el texto es de más de dos autores, se cita solo el primero acompañado de la expresión *et al.*, (Lemos *et al.*, 2006); pero, en las referencias citadas al final del texto deben incluirse todos los autores, siendo que la inicial (iniciales) del nombre del último autor debe ir antes del apellido: LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. y M. ARROYO. En el caso de varios trabajos de un mismo autor o autores, elaborados en un mismo año, las referencias se indicarán con letra minúscula (a, b, c, etc.) colocadas inmediatamente después del año de publicación, ejemplo (Gómez, 2015a; Gómez, 2015b). Las referencias citadas en el texto se deben corresponder con una indicación completa en la lista de referencias citadas al final del artículo, y deben aparecer en estricto orden alfabético, respetando lo siguiente:

Artículos de revistas

- ALTEZ, R. 2014. "Historia comparada de los sismos de Caracas: dinámica y variabilidad de las intensidades". *Revista Geográfica Venezolana*, 55(1): 129-153.
- CHOY, J. E.; PALME, C.; GUADA, C.; MORANDI, M. & S. KLARICA. 2010. "Macroseismic Interpretation of the 1812 Earthquakes in Venezuela using intensity uncertainties and a priori fault-strike information". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(1): 241-255.

Artículos / Capítulos de libros

- FROLOVA, M. y G. BERTRAND. 2006. "Geografía y paisaje". En: D. HIERNAUX y A. LINDÓN (dirs.), *Tratado de Geografía Humana*. pp. 254-269. Anthropos Editorial, Barcelona / Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades. México.
- HERITAGE, J. 1990. "Etnometodología". En: J. ALBORÉS (ed.), *La teoría social hoy*. pp. 290-350. Alianza Editorial. Madrid, España.

Libros

- VIVAS, L. 2015. *La megadiversidad físico-natural del territorio venezolano*. Gráficas El Portatítulo. Mérida, Venezuela.
- PAGE, S. & C. M. HALL. 2003. *Managing Urban Tourism*. Prentice Hall. Essex, United Kingdom.
- SANTOS, M. e M. L. SILVEIRA. 2001. *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. Record. Rio de Janeiro, Brasil.
- LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. e M. ARROYO (comp.). 2006. *Questões territoriais na América Latina*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Universidade de São Paulo (USP). Brasil / Buenos Aires, Argentina.

Congresos, seminarios, reuniones

- ALVES, V. E. L. 2011. A expansão da produção de soja na fronteira agrícola dos cerrados brasileiros. Hegemonia das grandes empresas e processo de exclusão. IX ENANPEGE (*Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia*). pp. 1-18. Goiânia, Brasil. (9-12 de outubro).
- AUDEMARD, F. A. 1993. Trench investigation across the Oca-Ancon fault system, Northwestern Venezuela. *Second International Symposium on Andean Geodynamics*. pp. 51-54. Oxford, England. (Extended abstract).

Otras publicaciones (tesis, informes, etc.)

- ULLMAN, R. 1988. *Técnicas digitales de modelaje cartopográfico para ambientes urbanos*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).
- SANTANA, D. 2013. *Precariópolis y privatópolis en la región metropolitana de Bogotá (1990-2010). Un análisis socioespacial de los barrios cerrados*. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Tesis de Grado.
- CAPRON, G. 1996. *La ville privée: les shopping centers à Buenos Aires*. Universidad Toulouse-2. Le Mirail, Francia. Tesis de Doctorado.

Si la referencia tiene como fuente a Internet, debe señalarse Disponible en: [http://www.\(dirección web\)](http://www.(dirección web)) y mencionar la fecha de la consulta [fecha consulta], manteniendo la forma de citar previamente señalada para artículos de revistas, capítulos de libros, congresos, seminarios, reuniones y otras publicaciones, salvo que la publicación siga un formato electrónico particular.

SMALLER, C.; WEI, Q. & L. YALAN. 2013. "The quest for commodities: Chinese investment in farmland". International Institute for Sustainable Development (June 26). Disponible en: <https://www.iisd.org/itn/2013/06/26/the-quest-for-commodities-chinese-investment-in-farmland/> [Consulta: octubre, 2015].

YAÑEZ, G.; REHNER, J. y O. FIGUEROA. 2010. "Redes empresariales e informales en el mercado inmobiliario de Santiago de Chile". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, n° 331(91). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-91.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

En el caso de leyes para citarlas en el cuerpo del texto se debe señalar el nombre o número de acta y el año de publicación; ejemplo: (Ley N° 18525, 1986). En las referencias citadas debe colocarse: Número de la ley y denominación oficial si la tiene, título de la publicación en que aparece oficialmente, lugar de publicación y fecha (indicar día, mes y año). Ejemplo: Ley Orgánica de Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Número 3.238 Extraordinario. Caracas, jueves 11 de agosto de 1983.

Forma de citar los textos publicados en la Revista Geográfica Venezolana (versión digital)

HIDALGO R.; DE SIMONE L.; SANTANA D. y F. ARENAS. 2016. "Geografías del comercio en Santiago de Chile (1990-1910): de la reestructuración comercial al policentrismo inmobiliario". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 14-37. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta -insertar fecha de acceso o descarga].

FIGURAS

Los gráficos, croquis, fotografías, planos, láminas, mapas, etc. se denominarán figuras y dependiendo del tipo y complejidad de éstas, los autores deberán enviar por correo normal sus originales en hojas separadas o consignarlas en la Secretaría de la Revista. El archivo digital de las figuras debe estar con resolución de 300 dpi en formato .jpg y en modo RGB. Las figuras que contengan letras de identificación deben tener un tamaño mínimo de 9 puntos. Las figuras deben estar numeradas según su orden de aparición en el texto, en números arábigos. Las figuras no deben tener ningún tipo de formato (cuadros, recuadros), ni deben aparecer los nombres de los autores de los mismos (ni de los dibujantes, de ser el caso). Al ser reducida, la figura deberá presentar características que no dificulten su lectura. La descripción correspondiente a las figuras deben venir en hoja aparte.

TABLAS

Las tablas se denominarán cuadros y deberán estar montados en Word o en hoja de cálculo tipo Excel, dependiendo de su complejidad. Además debe estar clara su ubicación dentro del texto. En la parte superior se ordenarán con números arábigos (Cuadro 1) y, a continuación, llevarán el título. Las notas al pie de los cuadros se utilizarán para especificar información detallada (ejemplo: niveles de información estadística) y deben ser identificados con superíndices numerados.

PIE DE PÁGINA

No se recomienda el uso de los pie de páginas. No obstante, cuando el autor lo considere pertinente, las notas deben ir al final del artículo, antes de las referencias citadas. Deben respetar la secuencia en que aparecen en el texto.

NOTA

Si bien la *Revista Geográfica Venezolana* se edita en español, se aceptan artículos en inglés, francés y portugués, en cuyo caso, se debe incluir un resumen en español. Los trabajos que no sigan estas instrucciones se devolverán a los autores para que realicen los ajustes pertinentes.

INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

All papers sent to the *Revista Geográfica Venezolana* should be original and cannot be submitted or edited in other periodical publications alike (printed or electronic). They should be emailed to the editor of the journal (regeoven@gmail.com) where it will be submitted to arbitration under the double-blind study system. The authors will have to email a Word document letter attached with the paper, where the author states it is an original work and cedes his rights. If necessary, send a CD-Rom containing the paper on a Word format Document, on a 12 point Times New Roman font, double-spaced paragraphs, to the Secretariat of the Journal (Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Oficina de Publicaciones. Universidad de Los Andes. Vía los Chorros de Milla. Mérida 5101, Venezuela). In either case, **DO NOT USE ANY SPECIAL FORMAT OR TABS**. If the manuscript contains charts, graphics or similar elements, the program used should be specified.

PAPERS

Works submitted under this category should be up to 25 pages long (abstract in original and English language, key words, paper body, figures, graphics and quoted references) letter size, double-spaced with 3 cm of margin on each side. It is also necessary to add date and place where the paper was finished. Then, please add date of proofreading. To be accepted into this category works should be:

TITLE

It should be brief and precise. It cannot be longer than 15 words. It should be centered at the top of the first page in bold type capital letters. If written in Spanish, the title should be written in English in lower caption under the Spanish title.

AUTHOR'S NAME AND ADDRESS

The name of the author should be displayed under the title on the left. Under the name of the writer the institutional address, e-mail and telephone number of the writer should be included.

ABSTRACT

After the name and address of the writer, two summaries of the paper should be included. It should not be longer than 250 words. The English summary will be entitled Abstract and the Spanish summary, Resumen. The abstract should be clear and concise, and it is not necessary to refer to the paper text. It should not include quotes or references.

KEY WORDS

After each summary (English and Spanish), a list of keywords must be displayed, identifying the central aspects of the paper. And they should be separated by semicolons. At most, 5 key words will be listed.

Examples:

Palabras clave: geomorfología; Venezuela; Andes; Mérida; valle del río Mocotíes.

Key words: geomorphology; Venezuela; Andes; Mérida; Mocotíes river valley.

TEXT

The text of the paper should start in the following page. The structural elements should be: introduction, materials and methods, results, discussion of the results, conclusions and references quoted. This structure might be flexible, depending on the specialties of the subject dealt with. In all the cases, a hierarchization of titles and subtitles should be defined; for example: 1.; 1.1, 1.2; 2... Scientific names must be typed in italics. When writing decimals comas are to be used. Acknowledgements must be brief and will be written at the end of the text. The introduction should preferably point out the nature, relevance and scopes of the problem dealt with as well as the objectives of the work. A concise description of the materials and methods used will be made under the title "Methodology" or "Methods and Materials". Under materials are considered aspects such as maps, photographs, satellite images,

equipment, products, etc.; under methods are considered procedures, treatments, techniques employed, etc. In the results, the effects of the analyzed facts will be presented and they could combine discussion and interpretation.

REFERENCES QUOTED

The references quoted in the text should be followed by the name of the author and the year of publication in parentheses. For example: (Silveira, 2013). When the reference is a textual quote the number of the page should be included (Silveira, 2013: 15). If the reference belongs to more than two authors only the name of the first should be added, followed by the expression *et al.*, (Lemos *et al.*, 2006); but, in the references quoted at the end of the text all the authors should be included as following: Initial name (or initials) of the last author must be go before the surname: LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. y M. ARROYO. When several works by the same author written the same year are quoted, the references will be indicated with a lower caption letter following the year of publication (a, b, c, etc.) placed right after the year of issue; for example: (Gómez, 2015a; Gómez 2015b). All references should be respectively indicated in the list of references at the end of the text and should be displayed in alphabetical order. Quotes at the end of the text will be as follows:

Journal papers

- ALTEZ, R. 2014. "Historia comparada de los sismos de Caracas: dinámica y variabilidad de las intensidades". *Revista Geográfica Venezolana*, 55(1): 129-153.
- CHOY, J. E.; PALME, C.; GUADA, C.; MORANDI, M. & S. KLARICA. 2010. "Macroseismic Interpretation of the 1812 Earthquakes in Venezuela using intensity uncertainties and a priori fault-strike information". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(1): 241-255.

Papers / Chapters from books

- FROLOVA, M. y G. BERTRAND. 2006. "Geografía y paisaje". En: D. HIERNAUX y A. LINDÓN (Dirs.), *Tratado de Geografía Humana*. pp. 254-269. Anthropos Editorial, Barcelona / Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades. México.
- HERITAGE, J. 1990. "Etnometodología". En: J. ALBORÉS (ed.), *La Teoría Social hoy*. pp. 290-350. Alianza Editorial. Madrid, España.

Congresses, seminars and meetings

- VIVAS, L. 2015. *La megadiversidad físico-natural del territorio venezolano*. Gráficas El Portatítulo. Mérida, Venezuela.
- PAGE, S. & C. M. HALL. 2003. *Managing Urban Tourism*. Prentice Hall. Essex, United Kingdom.
- SANTOS, M. e M. L. SILVEIRA. 2001. *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. Record. Rio de Janeiro, Brasil.
- LEMO, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. e M. ARROYO (Comp.). 2006. *Questões territoriais na América Latina*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Universidade de São Paulo (USP). Brasil / Buenos Aires, Argentina.

Other publications (thesis, reports, etc.)

- ULLMAN, R. 1988. *Técnicas digitales de modelaje cartopográfico para ambientes urbanos*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).
- SANTANA, D. 2013. *Precariópolis y privatópolis en la región metropolitana de Bogotá (1990-2010). Un análisis socioespacial de los barrios cerrados*. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Tesis de Grado.
- CAPRON, G. 1996. *La ville privée: les shopping centers à Buenos Aires*. Universidad Toulouse-2. Le Mirail, Francia. Tesis de Doctorado.

If the main source of the reference is from Internet must indicate as follow: Disponible en: (Web address) and mention the search date [Consulta: search date], maintaining the citation above mentioned for journal papers, chapters/papers from books, congresses, seminars, meetings and other publications, excepting particularly electronic format citation.

- SMALLER, C.; WEI, Q. & L. YALAN. 2013. "The quest for commodities: Chinese investment in farmland". International Institute for Sustainable Development (June 26). Disponible en: <https://www.iisd.org/itn/2013/06/26/the-quest-for-commodities-chinese-investment-in-farmland/> [Consulta: octubre, 2015].

YANEZ, G.; REHNER, J. y O. FIGUEROA. 2010. "Redes empresariales e informales en el mercado inmobiliario de Santiago de Chile". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, n° 331(91). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-91.htm>>. [ISSN: 1138-9788]

In the case of laws, in order to quote them in the paper body, the minutes name or number and year of issue should be added; for example: (Ley N° 18525, 1986). In the quoted references should be: number of the law, and official name if any, title of the publication where it was officially issued, date and place of issue (day, month, year). For example: Ley Orgánica de Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Número 3.238 Extraordinario. Caracas, jueves 11 de agosto de 1983.

How to cite the texts published in the Revista Geográfica Venezolana (digital versión)

HIDALGO R.; DE SIMONE L.; SANTANA D. y F. ARENAS. 2016. "Geografías del comercio en Santiago de Chile (1990-1910): de la reestructuración comercial al policentrismo inmobiliario". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 14-37. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta: search date].

FIGURES

Graphics, sketches, pictures, maps, prints, among others, will be called "figures", and depending of their type and difficulty originals will be sent in separate sheets by mailing system or take them to the Secretariat of the Journal. The digital file of the figures must be 300 dpi resolution in .jpg format and in RGB mode. Figures that contain identification letters must have a minimum size of 9 points. Figures should be numbered according to their appearance order in the text in Arabic numbers. Figures should not either have any kind of format (frames, edges, etc.) or the names of the authors (or drawers). When reduced, the figure should have characteristics that do not make it difficult to read. The description corresponding to the figures should come on a separate sheet.

TABLES

Tables will be called Charts and should be done on Word or on Excel spreadsheets, depending on their complexity. Besides, its location inside the text must be clear. Charts will be identified at the top with Arabic numbers (Chart 1) and will be followed by the explaining legend (title) of the chart. Footnotes under the charts will be used to specify detailed information (for example: statistic information levels) and should be identified with numbered superindex.

FOOTNOTES

The use of footnotes is not recommended. However, if the author chooses to use them, they must be written at the end of the text before the references and should respect the sequence in which they are displayed in the text body.

NOTE

The *Revista Geográfica Venezolana* is edited in Spanish. However, papers in English, French and Portuguese are accepted. In this case, an abstract in Spanish should be added. The works that do not meet these instructions will be returned to the authors so that they make the relevant changes.

INSTRUCCIONES PARA LOS ÁRBITROS

La *Revista Geográfica Venezolana* es una publicación científica arbitrada, por lo que los artículos que se publican son sometidos, previamente, a evaluación por parte de personas especializadas en el tema tratado en los mismos.

A los árbitros se les envía una planilla guía en la que deben registrar todos aquellos aspectos que, a juicio, de los editores, debe cumplir todo artículo o contribución para la sección de Notas y Documentos. El árbitro debe calificar el grado de cumplimiento de tales aspectos y emitir un dictamen definitivo referente a la calidad del artículo. En este sentido, a continuación se señalan algunas recomendaciones a ser tomadas en cuenta.

Los árbitros deben dar una apreciación general del trabajo (tema adecuado para la revista; citas ajustadas a las normas de publicación; extensión, etc.), así como señalar la originalidad (de ser el caso) y claridad (título, resumen). También deben incluir dentro de su evaluación la ortografía y la redacción como aportes para mejorar la calidad del artículo. Por último, emitir una evaluación global que especifique si el trabajo debe ser publicado sin modificación alguna; puede ser publicado si se realizan las modificaciones indicadas; debe ser modificado a fondo y ser sometido nuevamente a arbitraje o no debe ser publicado.

El artículo, una vez recibido, leído y evaluado, deberá ser devuelto al editor responsable en un lapso no mayor de 15 días hábiles. Si por alguna razón el árbitro tuviese algún inconveniente con este período para realizar la evaluación, deberá informarlo a la mayor brevedad. El trabajo debe ser tratado confidencialmente y su contenido es propiedad del autor o autores.

Los resultados de la evaluación deberán ser enviados al correo (regeoven@ula.ve / regeoven@gmail.com) con indicación expresa de que es una evaluación, o entregados personalmente en la Oficina de Publicaciones del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales.



CDCHTA

El Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes es el organismo encargado de promover, financiar y difundir la actividad investigativa en los campos científicos, humanísticos, sociales y tecnológicos.

Objetivos generales

El CDCHTA, de la Universidad de Los Andes, desarrolla políticas centradas en tres grandes objetivos:

- Apoyar al investigador y su generación de relevo.
- Vincular la investigación con las necesidades del país.
- Fomentar la investigación en todas las unidades académicas de la ULA, relacionadas con la docencia y con la investigación.

Objetivos específicos

- Proponer políticas de investigación y desarrollo científico, humanístico, tecnológico y de las Artes para la Universidad.
- Presentarlas al Consejo Universitario para su consideración y aprobación.
- Auspiciar y organizar eventos para la promoción y la evaluación de la investigación.
- Proponer la creación de premios, menciones y certificaciones que sirvan de estímulo para el desarrollo de los investigadores.
- Estimular la producción científica.

Funciones

- Proponer, evaluar e informar a las Comisiones sobre los diferentes programas o solicitudes.
- Difundir las políticas de investigación.
- Elaborar el plan de desarrollo.

Estructura

- Directorio: Vicerrector Académico, Coordinador del CDCHTA.
- Comisión Humanística y Científica.
- Comisiones Asesoras: Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Seminarios en el Exterior, Comité de Bioética.
- Nueve subcomisiones técnicas asesoras.

Programas

Proyectos > Seminarios > Publicaciones > Talleres y Mantenimiento > Apoyo a Unidades de Trabajo > Equipamiento Conjunto > Promoción y Difusión > Apoyo Directo a Grupos (ADG) > Programa Estímulo al Investigador (PEI) > PPI-Emeritus > Premio Estímulo Talleres y Mantenimiento > Proyectos Institucionales Cooperativos > Aporte Red Satelital > Gerencia.

www2.ula.ve/cdcht / correo: cdcht@ula.ve
Teléfonos: 0274-2402785/2402686

ALEJANDRO GUTIÉRREZ S. COORDINADOR GENERAL

ESTA VERSIÓN ELECTRÓNICA
DE LA **REVISTA GEOGRÁFICA VENEZOLANA VOLUMEN 61(1) 2020**,
SE EDITÓ CUMPLIENDO CON LOS CRITERIOS Y LINEAMIENTOS
ESTABLECIDOS PARA PRODUCCIÓN DIGITAL EN EL AÑO 2020.

