

Evaluación de la calidad ambiental de la fuente de la corriente del agua fría en el perímetro urbano de la ciudad de Codo, Maranhao, Brasil

Environmental quality assessment of cold water stream spring in urban perimeter of Codo City, Brazil

Luciana dos Santos Oliveira ^{*}
Oswaldo Palma Lopes Sobrinho ^{**}
Rosinete dos Santos Xavier ^{***}
Erika de Kássia Pereira Cantanhede ^{****}
Francisca Inalda Oliveira Santos ^{*****}
Álvaro Itauna Schalcher Pereira ^{*****}

La falta de planificación, crecimiento acelerado e incontrolado de las ciudades brasileñas, ha desencadenado una serie de impactos en los ecosistemas acuáticos, incluyendo la degradación de los muelles. Este estudio evaluó la forma macroscópica del estado nascente de la conservación de la cala del agua fría en el área urbana de la ciudad de Codo, en el estado brasileño *Maranhao*, a través de la aplicación del Índice de Impacto Ambiental de Cabeceras (IIAN) durante la visita realizada en el campo. El muelle se encuentra en el barrio de Nueva Jerusalén, con un bajo grado de protección, con un impacto principal macroscópico en la vegetación degradada, de fácil acceso y el enfoque de las instalaciones urbanas.

Palabras clave: Impacto Ambiental. Nascente y Protección.

Lack of planning, accelerated and uncontrolled growth of Brazilian cities, has triggered a series of impacts in the aquatic ecosystems, including the degradation of springs. This study evaluated the macroscopic shape of the nascent state of cold water creek conservation in the urban area of Codo City, Maranhao State, by applying the Headwaters Environmental Impact Index (IIAN) during the visit in the field. The spring is located in New Jerusalem neighborhood, with a poor degree of protection, with main macroscopic impact in degraded vegetation, easy access and the approach of urban facilities.

Keywords: Environmental impact. Spring protection.

^{*} Graduanda em Bacharelado em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão *campus* Codó - Brasil. E-mail: lucianinha-812@hotmail.com.

^{**} Graduado em Bacharelado em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão *campus* Codó - Brasil. Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) - Brasil. E-mail: oswaldo-palma@hotmail.com.

^{***} Graduada em Bacharelado em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão *campus* Codó - Brasil. Mestranda em Educação do Campo pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) - Brasil. E-mail: roseagro16@hotmail.com.

^{****} Mestranda em Engenharia de Materiais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí *campus* Teresina - Brasil. E-mail: erika.cantanhede@ifma.edu.br.

^{*****} Mestra em Sustentabilidade de Ecossistemas pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - Brasil. E-mail: inaldaage@ifma.edu.br.

Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Brasil. Mestre em Química pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: alvaro.pereira@ifma.edu.br.

1 Introdução

Los muelles son aberturas naturales en la superficie de la tierra que hace el drenaje de parte de las aguas subterráneas, tanto como las aguas subterráneas artesianas. De acuerdo con Torres y Junqueira (2005), las fuentes no sólo son conocidas como “torre de agua los ojos o en la mía”, distribuidas en las grutas de las zonas rurales, sino también todo un sistema que consiste en la vegetación, el suelo, las rocas, las áreas de alivio adyacente y aguas arriba.

La falta de planificación, el crecimiento acelerado e incontrolado de las ciudades brasileñas, ha desencadenado una serie de impactos en los ecosistemas acuáticos, incluyendo la degradación de los resortes (GOMES, 2005).

El proceso de ocupación y uso del suelo en una cuenca, que implica la deforestación y la ocupación de las áreas de preservación permanente, en especial las cabeceras, aumenta la degradación de la calidad del medio ambiente, tal como se define en la Ley de la Política Nacional de Medio Ambiente (cambios adversos en las características del entorno, art. 3, II), puede estar asociada a, por ejemplo, la eliminación de la vegetación quemada, las especies (fauna y flora), la erosión, la compactación y la pérdida de la fertilidad del suelo, la sedimentación en cauce fluvial, las inundaciones, la contaminación de cuerpos de agua, los movimientos de masas, la disminución de la recarga de acuíferos, la reducción de los muelles de la capa freática y de escape.

Teniendo en cuenta específicamente el caso de muelles, se observa que los cambios en el uso y ocupación de la tierra dentro de las ciudades, interfieren fuertemente en estos ambientes; de manera que los muelles están comúnmente drenados, por tierra o conectados directamente a las galerías de drenaje de aguas pluviales (GENRICH, 2002).

Buscando establecer directrices sobre los impactos ambientales negativos, la Resolución N° 01 del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, 1986) considera que cualquier cambio biológico, físico o químico en el entorno, causados por cualquier forma de materia o energía como resultado de las actividades humanas que afectan directa o indirectamente: I - la salud, la seguridad y el bienestar - bienestar de la población; II - las actividades sociales y económicas; III - la biota; IV - las condiciones estéticas y sanitarias del medio ambiente y V - la calidad de los recursos ambientales.

La Resolución 357, de 17 de marzo de 2005, establece la clasificación de las masas de agua y directrices ambientales para su marco y establece las condiciones y normas de descarga de efluentes y otras medidas.

Art. 3º Las aguas dulces, salobres y salinas del territorio nacional están ordenadas de acuerdo con la calidad requerida por sus principales usos en trece clases de calidad.

Párrafo único. Las aguas de mejor calidad se pueden utilizar en un uso menos exigente, siempre que no perjudique la calidad del agua y si se cumplen otros requisitos pertinentes.

Art. 4º Las aguas dulces se clasifican en:

I - Clase especial: las aguas destinadas:

- a) a suministrar para el consumo humano, la desinfección;
- b) a la conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas; y,
- c) a la conservación de los ambientes acuáticos en unidades de conservación de protección integral.

II - Clase 1: agua que puede ser destinada:

- a) a suministrar para el consumo humano tras su tratamiento simplificado;
- b) a la protección de las comunidades acuáticas;
- c) a la recreación de contacto primario, como la natación, el esquí acuático y el buceo, de acuerdo con la Resolución CONAMA 274, 2000;
- d) al riego de hortalizas que se consumen crudos y frutas que se desarrollan cerca del suelo y se comen crudas sin la retirada de la película; y
- e) a la protección de las comunidades acuáticas en tierras indígenas.

III - Clase 2: agua que puede ser destinada:

- a) a suministrar para el consumo humano después del tratamiento convencional; b) a la protección de las comunidades acuáticas;
- c) a la recreación de contacto primario, como la natación, el esquí acuático y el buceo, de acuerdo con la Resolución CONAMA 274, 2000;
- d) al riego de hortalizas, árboles frutales y jardines, parques, campos deportivos y de ocio, con los cuales el público pueda tener contacto directo; y
- e) a la actividad de la acuicultura y a la pesca.

IV - Clase 3: agua que puede ser destinada:

- a) a suministrar para el consumo humano después del tratamiento convencional o avanzado;
- b) al riego de los cultivos de árboles, cereales y forrajes;
- c) a la pesca recreativa;
- d) a la recreación de contacto secundario; y
- e) a dar de beber al ganado.

V - Clase 4: agua que puede ser destinada:

- a) a la navegación; y
- b) a la armonía del paisaje.

Art. 5º Las aguas salinas se clasifican en:

I - Clase especial: las aguas destinadas:

- a) a la conservación de los ambientes acuáticos en unidades de conservación de protección integral; y
- b) a la conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas.

II - Clase 1: agua que puede ser destinada:

- a) a la recreación de contacto primario, de acuerdo con la Resolución CONAMA 274, 2000;
- b) a la protección de las comunidades acuáticas; y
- c) a la actividad de la acuicultura y a la pesca.

III - Clase 2: agua que puede ser destinada:

- a) a la pesca recreativa; y
- b) a la recreación de contacto secundario.

IV - Clase 3: agua que puede ser destinada:

- a) a la navegación; y
- b) a la armonía del paisaje.

Art. 6º Las aguas salobres se clasifican de la siguiente manera:

I - Clase especial: las aguas destinadas:

- a) a la conservación de los ambientes acuáticos unidades de conservación de protección integral; y
- b) a la preservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas.

II - Clase 1: agua que puede ser destinada:

- a) a la recreación de contacto primario, como la Resolución CONAMA 274, 2000;
- b) a la protección de las comunidades acuáticas;
- c) a la actividad de la acuicultura y a la pesca;
- d) al suministro para el consumo humano después del tratamiento convencional o avanzado; y
- e) al riego de hortalizas que se consumen crudos y frutas que se desarrollan cerca del suelo y se comen crudas sin la retirada de la película, y al riego de parques, jardines, campos deportivos y de ocio, con los cuales el público pueda venir a tener un contacto directo.

III - Clase 2: agua que puede ser destinada:

- a) a la pesca recreativa; y
- b) a la recreación de contacto secundario.

IV - Clase 3: agua que puede ser destinada:

- a) a la navegación; y
- b) a la armonía del paisaje.

La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) es responsable de desarrollar un índice de calidad del agua (IQA) para la comparación de la calidad de los cuerpos de agua y el monitoreo de los cambios temporales o espaciales en la calidad del agua, reflejando su contaminación por acciones antrópicas, entre las aguas residuales domésticas, los residuos industriales y los agropecuarios. O IQA desarrollado por NSF varía de cero (peor calidad) a 100 (mejor calidad) y usa nueve atributos (oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitrato, fósforo total, temperatura, turbidez y sólidos totales) (CASTRO JUNIOR, SOBREIRA y BORTOLOTTI, 2007).

En este sentido, el impacto del proceso de urbanización causa efectos negativos sobre el suelo, la atmósfera, el clima, la fauna y la flora locales, afectando principalmente a la dinámica de los recursos hídricos (MOTA, 2003). En este contexto, la expansión urbana está directamente relacionada con la calidad del medio ambiente urbano y esta, a su vez, con la calidad de vida de la

población (MAZETTO, 2000). A partir de esta premisa, el reto es encontrar medidas de prevención y/o mitigación de los impactos ambientales, dando prioridad a la planificación estratégica urbana.

El Código Forestal Ley N° 12.651/12 (BRASIL, 2012) considera las fuentes como Áreas de Preservación Permanente (APP) y establece una distancia de 50 metros para la protección de estos sistemas como media indispensable para el mantenimiento del equilibrio hidrológico. Por lo tanto, es importante realizar el levantamiento de las condiciones ambientales a través de la Evaluación de Impactos Ambientales. Así, con este tipo de evaluación será posible subsidiar actividades de gestión y planificación del medio ambiente y recursos hídricos.

El objetivo del estudio fue evaluar la forma macroscópica del arroyo al este del estado de conservación fría, en el área urbana del municipio de Codo, *Maranhão*, a través de las visitas realizadas en el campo.

2 Caracterización del área de estudio

El área de estudio se encuentra en el área urbana de la ciudad de Codo (Barrio Nueva Jerusalén), ubicada en *Maranhão* al este, con las coordenadas geográficas de 4° 26' 51" S, 43° 52' 57 " W y altitud 40 m (CASTRO JÚNIOR, 2012). De acuerdo con la clasificación de Köppen el clima de la región de Cocais Maranhenses es del tipo Aw, o sea, megatérmico húmedo y subhúmedo de invierno seco. La región de Cocais Maranhenses presenta como características climáticas una precipitación media de 800 a 1.200 mm anuales y temperaturas medias oscilando entre 32 °C a 38 °C, con humedad relativa del aire en torno al 90% (BARROS et al., 2011).

| 83 |

El suelo fue clasificado como Podzólico Rojo-Amarillo Tb Álico A débil textura arenosa/ media (EMBRAPA, 1986).

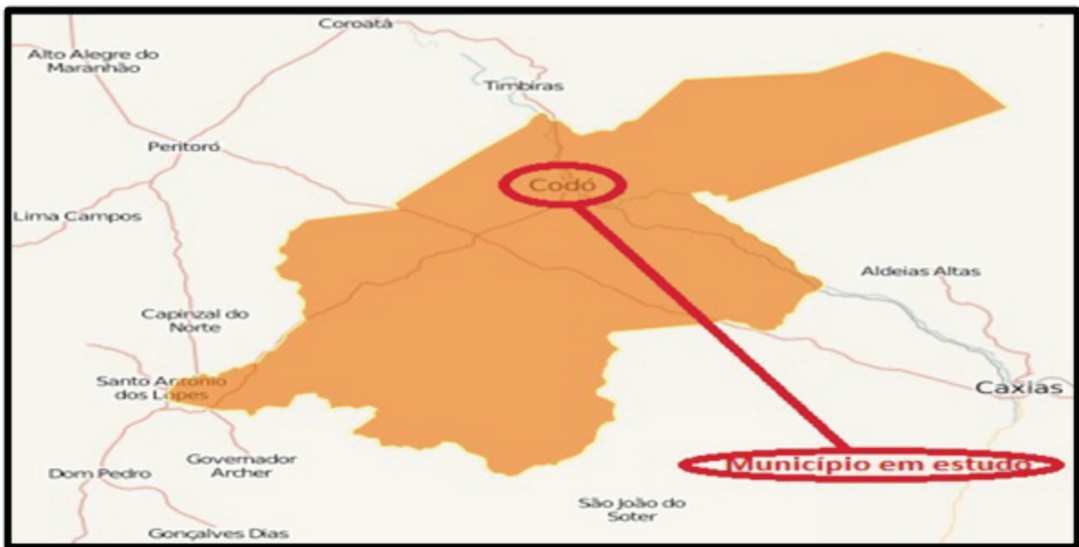


Figura 1: Localización geográfica mapa de la ciudad de Codo.

Fuente: IBGE, 2016.



Figura 2: (A) Fuente de corriente de agua fría de la ciudad de Codo. (B) Extracto de la corriente de agua fría en el barrio de Nueva Jerusalém, en la ciudad de Codo.

3 Materiales y métodos

Los muelles de la ciudad de Codo están sujetos a la degradación constante a medida que invaden la zona de expansión de las áreas verdes. Para Mendonça (2000), los principales problemas identificados son: la subdivisión de la tierra; la eliminación de la cubierta vegetal, el sellado del suelo (edificios y carreteras del sistema) y las actividades humanas (basura y escombros de manipulación, movimiento de tierras, vandalismo).

La recolección de datos se llevó a cabo el 19 de abril de 2015, que tiene por objeto evaluar el impacto ambiental macroscópico y el grado de protección del arroyo de agua fría en la primavera, usando el Índice de Impacto Ambiental resortes (ILAN) preparado por Gomes (2005), adaptado por Felipe (2009).

El ILAN consta de 11 parámetros como se muestra en la Tabla 1, donde cada parámetro tiene un atributo definido como buena, regular o mala, de ser convertido en una puntuación, donde la suma de las puntuaciones de los resultados en el grado de protección de la fuente evaluó como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1: Parámetros evaluados macroscópica

Índice de Impacto Ambiental en la metodología macroscópica Springs			
Parámetro macroscópico	Malo (1)	Promedio (2)	Bueno (3)
El agua de color	Oscuro	Clara	Transparente
Agua olor	Fuerte	Con olor	No hay
Basura alrededor de la fuente	Muy	Poco	No hay
Materiales flotantes	Muy	Poco	No hay
Espumas	Muy	Poco	No hay
Óleos	Muy	Poco	No hay
Las aguas residuales en primavera	Visible	Probable	No hay
Vegetación	Degradados o desaparecidos	Modificado	Recortar
Usos de primavera	Constante	Esporádico	No hay
Acceso	Fácil	Difícil	Sin acceso
Equipamiento urbano	Menos de 50 m	Entre 50 y 100 m	Los más de 100 m

Fuente: Gomes (2005), adaptado por Felipe (2009).

Tabla 2: Clasificación de los muelles como los impactos macroscópicos

Clase	Grado de protección	Puntuación
A	Gran	31 – 33
B	Bueno	28 – 30
C	Razonable	25 – 27
D	Malo	22 – 24
E	Pésimo	< 21

Fuente: Gomes (2005), adaptado por Felipe (2009).

Después de la recogida y estudios de los impactos en la fuente de datos, los parámetros macroscópicos fueron enmarcados en los patrones de cuantificación. Por lo tanto, no era la suma de los puntos analizados. Más tarde, fueron distribuidos por una tabla de clasificación, lo que indica el grado de conservación y la clase que se enmarca la fuente.

4 Resultados y discusión

Los impactos ambientales se evaluaron a partir de la interpretación del Índice de Impacto Ambiental en las cabeceras (ILAN) presentado por Gomes (2005), adaptado por Felipe (2009), que tiene en cuenta los aspectos cualitativos tales como la presencia de materiales flotantes, aceites y grasas, sustancias para comunicar el sabor o el olor, tintes de fuentes antropogénicas y

residuos sólidos objetables, de protección de lugares y de uso del suelo circundante. Grados fueron asignados a cada uno de los parámetros, clasificando el grado de preservación de los resortes en gran (A), buena (B), regular (C), malo (D) y muy malo (E). Estos aspectos se evaluaron macroscópicamente y se obtuvieron posteriormente los parámetros de la clasificación y el cálculo de ILAN descritos en la Tabla 3.

Tabla 3: Aplicación del IIAN y el grado de protección del manantial evaluado

Parámetro macroscópico	Fuente de agua fría creek	Atributo	Puntuación
El agua de color	Clara marrón	Promedio	2
Agua olor	No hay	Bueno	3
Basura alrededor de la fuente	Poco	Promedio	2
Materiales flotantes	No hay	Bueno	3
Espumas	No hay	Bueno	3
Óleos	No hay	Bueno	3
Las aguas residuales en primavera	No hay	Bueno	3
Vegetación	Degradado	Malo	1
El uso de la primavera	Constante	Malo	1
Acceso	Fácil	Malo	1
Equipamiento urbano	Menos de 50m	Malo	1
Puntuación total			23
Clasificación			Clase D
Grado de protección			Malo

El agua de la fuente del arroyo Agua fría presenta coloración marrón clara. Según Botelho et al. (2001), esto ocurre debido a la presencia de partículas de rocas, arcilla, silte, algas, microorganismos, por la descomposición de materia orgánica y elementos químicos. El agua del manantial se presentó inodora. Probablemente la ausencia de olor es debida a la no proximidad a la red de alcantarilla, pues la contaminación por desagüe en cursos de agua provoca gases formados en el proceso de descomposición (FUNASA, 2004).

Alrededor de la primavera se detectó una pequeña cantidad de basura (bolsas de plástico) en avanzado estado de descomposición que ocurre debido a la falta de protección adecuada, el acceso humano y la proximidad a las residencias de las áreas de preservación permanente.

No se detectaron flotantes, aceites, espumas y la presencia de emisarios de desagüe domésticos o industriales. La vegetación a su entorno se encuentra degradada. Para Corson (2002), esto ocurre mediante la ocupación de tierras adyacentes al local para prácticas de actividades económicas y la falta de un debido control para que éstas no interfieran en áreas de preservación permanente. En cuanto al uso del manantial, se observó la utilización del agua para el consumo doméstico. Según Mendonça (2000), el uso incorrecto del agua por el hombre puede ser explicado debido a la falta de protección, mantenimiento, fiscalización y por la elevada proximidad con residencias de estas áreas.

La fuente de la cala del agua fría fue calificada en mal estado (Clase D), esta percepción única fue concebida a partir del cálculo de ILAN. Pesciotti et al. (2010) informaron en su estudio que las fuentes enmarcadas en las clases relacionadas con un bajo grado de protección (Clase D y E) también han presentado alto grado de contaminación del agua, lo que confirma la importancia del método de evaluación de los impactos ambientales en la caracterización de parámetros cualitativos en comparación con los parámetros cuantitativos.

Para Pinto et al. (2005), sin tener en cuenta el tipo y el estado de la fuente de la preservación, el primer paso a seguir para la recuperación de la misma es el área de aislamiento a menos de 50 metros para la prevención de la intrusión de animales, evitando sobre todo la compactación del suelo por el pisoteo y el compromiso de la regeneración de la zona.

5 Conclusión

De acuerdo con los resultados presentados, se concluye que la fuente de la corriente de agua fría, ahora se encuentra en un mal grado de protección, con el principal impacto de la vegetación degradada, de fácil acceso y su enfoque a las instalaciones urbanas, donde, estos impactos se encuentran en el nacimiento se producen debido al incumplimiento de la Ley N° 12.651/12 (Código Forestal), que considera las fuentes como Áreas de Preservación Permanente (APP) y establece una distancia de 50 metros a la protección de estos sistemas indispensables para el mantenimiento del equilibrio hidrológico.

Referencias

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. *Panorama de la calidad de las aguas superficiales en Brasil*. Superintendente de Planificación de Recursos de Agua. Brasilia: ANA / SPR, 2005.

ANDRADE, E. M. et al. El nivel de calidad de agua, propuesta al valle del río Trucu, Estado de Ceara. *Revista Science Agronómica*, v. 36, n. 2, p. 135-142, 2005.

BARROS, M. A.; ROCHA, M. DE M.; GOMES R. L. F.; SILVA K. J. D. E. La evaluación de genotipos de frijol semiprostrado tamaño en la región del norte de Brasil. *Brasileña de Investigación Agrícola, Teresina, PI*. 2011.

BOTELHO, C. G.; CAMPOS, C. M.; VALLE, R. H. P.; SILVEIRA, I. A. 2001. *Recursos naturales renovables y el impacto ambiental: agua*. Editorial Universidad Federal de Lavras, Lavras. 187p.

BRASIL. *Ley N° 12.651 de 25 de mayo de 2012. Código Forestal*. Disponible: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acceso en: 12 oct. 2016.

BRASIL. Consejo Nacional del Medio Ambiente. Resolución N° 001 del 23 de enero de 1986. Tiene unos criterios básicos y directrices para el Informe de Impacto Ambiental - RIMA. *Boletín Oficial [de] la República Federativa del Brasil*, Brasília, DF 17 de febrero de 1986. Disponible en: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Consultado el 1 de noviembre 2016.

CASTRO JÚNIOR, W. L. *Análisis técnico y económico de la tecnología de gestión del riego en la producción de frijol en la región de Cocais-MA* / Wady Lima Castor Junior. Viçosa, 2012. p. 22.

CORSON, W. H. 2002. *Manual de ecología global*. Editorial Augusto, San Pablo. 4. Edition. 413.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *El estudio exploratorio-reconocimiento de suelos del Estado de Maranhão*. SNLCS - *Boletín de Búsqueda*. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE. DRN, 1986. 964 p. ilust.

FELIPPE, M. F. *Caracterización y tipología de los resortes en unidades de conservación Belo Horizonte a partir de variables geomorfológicas, hidrológicas y ambientales*. Tesis (MA) de la Universidad Federal de Minas Gerais, en 2009.

FUNASA (National Sanitation Foundation). 2004. *Manual de Saneamiento*. En: <<http://www.funasa.gov.br/sitefunasa/pub/pub00.htm>>. Fecha de acceso: 15 maio 2016.

GENRICH, A. S. V. *Análisis de impacto ambiental sobre el drenaje de cabecera cuenca del arroyo Vilarinho - Regional Venda Nova*. Disertación (Master) - Universidad Federal de Minas Gerais, en 2002.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Evaluación de los impactos ambientales sobre resortes en la ciudad de Uberlândia-MG: El análisis macroscópico. *La sociedad y la naturaleza*, Uberlândia, pp. 103-120, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Ubicación geográfica del mapa de la ciudad Codo-MA*. 2016. Disponible en: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210330&search=maranhao|codo>>. Fecha de acceso: 15 maio 2016.

MAZETTO, F. A. P. La calidad de vida, la calidad del medio ambiente y el entorno urbano: comparación conceptos breves. *Revista de la Sociedad y de la naturaleza*. Universidad Federal de Uberlândia. Edufu. Año 12 - Número 24 - 2000 Jul./Dec.

MENDONCA, M. G. 2000. *Las condiciones políticas y ambientales de Uberlândia, Minas Gerais, el contexto estatal y federal*. Tesis de maestría. Licenciado en Geografía con la concentración de Área de Análisis y Planificación Social y Ambiental de la Universidad Federal de Uberlândia.

MOTA, S. *La urbanización y el Medio Ambiente*. 3. ed. Río de Janeiro, ABES de 2003.

PESCIOTTI, H.; Coeli L.; LAVARINI, C.; FELIPPE, M.; MAGALHÃES JR, A. Estudio morfológico y ambiental de los resortes en los parques urbanos de Belo Horizonte-MG. VII Simposio Nacional de Geomorfología, *Actas de la SNG...* 2010.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; DAVIDE, A. C. Estudio de la
vegetación como ayuda para las propuestas de recuperación de los muelles de la cuenca del río
Santa Cruz, Lavras, MG. *Revista Árvore*, v. 29, n. 5, Viçosa, set./out. 2005.

TORRES, R. A.; JUNQUEIRA, J. F. A. L. *El aumento de la productividad y calidad de la leche en la
Zona da Mata Mineira - Juiz de Fora*: Embrapa Gado leite, 2005. Ch. 9. p.103-111.