ESPAÇO EM REVISTA
ISSN: 1519-7816

TIERRA EN TRANSFORMACIÓN: dinámica de uso e impactos en los suelos en el Cerrado Maranhense

Vitória Gleyce Sousa Ferreira
Doutoranda em Geografia na Universidade Estadual Paulista de Júlio Mesquita Filho, Câmpus de Rio Claro, São Paulo (SP), Brasil
E-mail: vitoria.gleyce@unesp.br
https://orcid.org/0000-0001-5085-3843

Melina Fushimi
Professora doutora na Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Câmpus de Rio Claro, São Paulo (SP), Brasil
E-mail: melina.fushimi@unesp.br
https://orcid.org/0000-0002-3682-4701

Lana Costa Ferreira
Mestranda em Biodiversidade e Conservação na Universidade Federal do Maranhão, Câmpus Bacanga, São Luís, Maranhão (MA), Brasil
E-mail: lana.costa@discente.ufma.br
https://orcid.org/0000-0003-1524-2080

Resumen
El crecimiento poblacional urbano y la expansión de las ciudades han generado desafíos sociales y ambientales, resultando en degradación y alteraciones significativas en los paisajes, la biodiversidad y el microclima. El control del uso de la tierra es crucial para preservar sus funcionalidades, especialmente en la región Nordeste, donde la expansión de las áreas campestres y agrícolas ha sido notable. Este estudio analiza la dinámica de uso de la tierra en Caxias entre 1985, 2010 y 2020, utilizando datos del MapBiomas. El aumento poblacional en Caxias ha resultado en cambios en el paisaje, incluida la supresión de la cobertura vegetal y cambios en los usos de la tierra. Las áreas destinadas a la agropecuaria han sido las más afectadas, con un aumento significativo a lo largo del tiempo. Para mitigar estos problemas, se sugieren alternativas de manejo, como la sustitución del método tradicional de corte y quema por el sistema de corte y trituración de la capoeira y el uso de leguminosas forrajeras en pastizales degradados.

Palabras-clave: Crecimiento urbano. Uso del suelo. Degradación de los suelos.

TERRA EM TRANSFORMAÇÃO: dinâmica de uso e impactos nos solos no Cerrado Maranhense

Resumo
O crescimento populacional urbano e a expansão das cidades têm gerado desafios sociais e ambientais, resultando em degradação e alterações significativas nas paisagens, biodiversidade e microclima. O controle do uso da terra é crucial para preservar suas funcionalidades, especialmente na região Nordeste, onde a expansão das áreas campestres e agrícolas tem sido notável. Este estudo analisa a dinâmica de uso da terra em Caxias entre 1985, 2010 e 2020, utilizando dados do MapBiomas. O aumento populacional em Caxias resultou em mudanças na paisagem, incluindo supressão de cobertura vegetal e alterações nos usos da terra. As áreas destinadas à agropecuária foram as mais

afetadas, com um aumento significativo ao longo do tempo. Para mitigar esses problemas, são sugeridas alternativas de manejo, como a substituição do método tradicional de corte e queima pelo sistema de corte e trituração da capoeira e a utilização de leguminosas forrageiras em pastagens degradadas.

Palavras-chave: Crescimento urbano. Uso da terra. Degradação dos solos.

INTRODUCCIÓN

Ante los acontecimientos en la historia del pensamiento geográfico, la Geografía se ha transformado y aún está siendo moldeada, ya sea por la estructuración discutida y reelaborada con la ayuda de la aparición de nuevos debates que resultaron en diferentes formas de pensamiento o nuevas concepciones de estudios Rocha (2007). Con todo este proceso de construcción y desarrollo del pensamiento geográfico, las formas de reflexionar, pensar y observar los fenómenos socioespaciales fueron fundamentales para la comprensión de las relaciones sociales y su apropiación del uso del ambiente a lo largo del tiempo. Es en este contexto que la ciencia geográfica se presenta como un importante instrumento de análisis e interpretación de la realidad, y en los últimos años los estudios sobre la interacción entre los aspectos sociales y naturales han contribuido considerablemente al avance de las discusiones sobre las interacciones entre los elementos naturales y humanos.

Según Suertegaray (2002), la Geografía contribuyó a la elaboración de teóricos que fueron fundamentales en el análisis de las interacciones hombre-medio. Para la autora, en la construcción de la Geografía se buscaba una interacción hombre versus medio, donde el medio era sinónimo de natural y el hombre externo al medio, o externo a la naturaleza. Con el tiempo, la Geografía fue transformando su comprensión, pasando a pensar el ambiente como ser humano/sociedad y su entorno, donde el hombre no interactuaba solo con los objetos y acciones, sino que estaba involucrado con ellos, en una integración conflictiva.

Es cierto que la Geografía como ciencia ha experimentado diversas modificaciones en su forma de hacer Geografía, ya sea a partir de las transformaciones que han ocurrido en la sociedad, o a través de los modelos de relación e interacción con la naturaleza, que han resultado en grandes modificaciones en el equilibrio dinámico de la naturaleza, lo que ha repercutido de manera negativa en la sociedad. En esta perspectiva, la Geografía como ciencia que analiza el espacio geográfico es la principal responsable de esforzarse por comprender todo este proceso de construcción entre el tiempo y el espacio a través de la interrelación entre naturaleza y sociedad observadas en el paisaje. Para entender y gestionar la complejidad del

ecosistema, es importante determinar las relaciones entre las características del suelo, las actividades humanas y la biodiversidad.

Maranhão, un estado conocido por su gran diversidad de ecosistemas donde se encuentran la selva amazónica, el cerrado, campos inundables, manglares, restingas, caatinga y la mata dos cocais, está geográficamente inserto en una zona de transición climática entre la Amazonia húmeda y el Noreste semiárido (Spinelli, 2016).

Esta diversidad de ecosistemas se debe a la variación climática presente en el territorio Maranhense, así como a la variación del sustrato rocoso que, aunque está compuesto predominantemente por rocas sedimentarias, abarca áreas de derrame basáltico y rocas cristalinas, así como a la diversidad de formas de relieve que resultan en una considerable variabilidad de suelos Ferreira; Farias Filho e Fushimi (2022). La vegetación de Maranhão refleja los aspectos transicionales del clima y la cobertura pedológica provenientes de diversos ecosistemas y gran diversidad de paisajes.

Entre los paisajes y ecosistemas del estado de Maranhão se encuentra el municipio de Caxias, que, a pesar de su importancia económica y ambiental, según observaciones empíricas y datos científicos, está experimentando graves problemas asociados al uso de la tierra, los cuales pueden estar relacionados con los efectos del uso de la tierra sobre los atributos de los suelos.

Se destaca que Caxias ha sido y sigue siendo un área de creciente concentración de población urbana y rural, lo que ha desencadenado una intensificación de los problemas de orden social y ambiental en este municipio. Entre los factores causantes de problemas ambientales rurales en el área de estudio, se pueden destacar, por ejemplo, el aumento de los espacios edificados, la fragmentación y la supresión de la vegetación natural.

En la literatura se discute mucho sobre las áreas de ocurrencia de cerrado en Maranhão, que abarcan varias formas de vegetación y tipos estructurales, con fuertes interacciones de factores climáticos, topográficos y edáficos, además de la presencia del fuego, que son elementos considerados determinantes en su ocurrencia. Además, las áreas de Cerrado Maranhense están despertando un gran interés por parte de los agricultores, especialmente los productores de soja, que se instalaron inicialmente en el sur del estado, donde constituyeron el polo agrícola de Balsas.

Este interés por tierras en la región del Cerrado Maranhense se debe a que la región presenta una topografía favorable para la mecanización y cuenta con suelos arcillosos, lo que ha llevado a la ocupación de extensas áreas para plantaciones de soja. Además, el municipio

de Caxias está geográficamente ubicado en áreas del Cerrado Maranhense, donde hay una presencia significativa de actividades extractivas y agropecuarias.

En esta perspectiva, Nucci et al. (2019), al considerar los problemas ambientales derivados de la intensificación urbana y rural, afirman que los problemas ambientales son causados por patrones espaciales (cobertura de la tierra) y actividades humanas (uso de la tierra) que, según sus características, pueden modificar las funciones del ambiente natural y afectar los procesos físicos. Pauleit y Breuste (2011) observaron que el uso de la tierra son componentes importantes que entran en la composición de la estructura de los paisajes, influenciando en sus dinámicas y en sus cualidades. Ante esto, se vuelve fundamental comprender las influencias que los usos de la tierra tienen sobre los atributos de los suelos.

De esta manera, este trabajo tiene como objetivo principal analizar la dinámica de uso de la tierra y sus consecuencias en los suelos del municipio de Caxias, en el estado de Maranhão, a lo largo de las últimas décadas, considerando las transformaciones socioambientales ocurridas en la región.

METODOLOGÍA

En la recopilación de la revisión bibliográfica que fundamentó la temática de estudio, se realizaron revisiones sobre la categoría de paisaje, ya que esta es la categoría de análisis orientadora de la investigación, además de revisiones sobre las relaciones de usos de la tierra y sobre el historial de usos de la tierra en Caxias, así como levantamientos de puntos representativos de observación con la ayuda de imágenes de Google Earth para evaluar los patrones de usos en la región. Para ello, se utilizaron trabajos científicos publicados en revistas científicas, libros académicos, disertaciones y tesis publicadas.

La clasificación de los elementos que influyen en la dinámica del paisaje y del suelo se realizó a partir de la caracterización del uso de la tierra y su relación con los elementos presentes en el paisaje. Se utilizaron mapas anuales de uso del suelo, para los años 1985, 2010 y 2020, disponibles en la plataforma del Proyecto MapBiomas (colección 7.1) (MapBiomas, 2022). Las imágenes satelitales fueron procesadas en la nube y clasificadores automatizados, que se desarrollan a través de la plataforma Google Earth Engine, con el fin de generar una serie histórica de mapas anuales de uso del suelo en Brasil desde 1985 hasta 2020. Posteriormente, fueron georreferenciados bajo DATUM SIRGAS 2000 e insertados en el

Sistema de Información Geográfica QGis, versión 3.30 (QGIS, 2023) para análisis espacial y mapeo.

Los patrones de uso de la tierra están representados en algunos datos de la época de historia ocupacional humana en el territorio de la Microrregión de Caxias entre los años 1985, 2010 y 2020, en los que se destacan las clases de conversión de entornos naturales y áreas no naturales representada, sobre todo, por la actividad productiva en la Microrregión.

Comprender las implicaciones del uso de la tierra y sus impactos en los patrones de uso de la tierra paisaje y para una mejor comprensión de la dinámica de la formación del suelo, su clasificación y inferencia sobre el mejor manejo de la tierra, análisis del cambio en los atributos de la de suelos bajo diferentes sistemas de uso de la tierra y su correlación con la caracterización del suelo. A partir de los datos de área para cada uso, generados por QGis y transferidos a Excel, se convirtieron en gráficos para una mejor comprensión de los cambios en el uso del suelo en la Microrregión en 1985, 2010 y 2020.

El registro fotográfico se realizó en puntos dentro del área de la Microrregión como una forma de materializar las observaciones del área de estudiar. En el cual, se tuvieron en cuenta las características de la cobertura vegetal, geomorfología y suelos de la zona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento poblacional urbano y la expansión de las ciudades han intensificado los desafíos sociales y ambientales, resultando en degradación y alteraciones significativas en los paisajes, biodiversidad, microclima, procesos hidrológicos y aumento de la contaminación. Controlar el uso de la tierra es esencial para preservar sus funcionalidades, especialmente ante la dinámica de ocupación observada en el Nordeste, donde la expansión de áreas campestres sobre vegetación nativa es evidente, acompañada por un aumento significativo de la agricultura.

Datos recientes proporcionados por el Instituto Maranhense de Estudios Socioeconómicos y Cartográficos destacan que Caxias, es el principal responsable de la economía regional, con énfasis en la agricultura, la ganadería y la agroindustria (IMESC, 2020). Y al proporcionar bienes y servicios esenciales para los seres humanos, el valor económico de la producción agropecuaria y forestal, como ejemplo, el suelo, depende no solo de sus atributos y fertilidad natural, sino también de su uso, ya que su gestión interactúa en sus funcionalidades y puede permitir la producción de alimentos, fibras y otros recursos

esenciales para la humanidad, del mismo modo que puede resultar en su degradación y pérdida completa.

Datos del IBGE indican que Bahía, Piauí y Maranhão respondieron por gran parte del aumento de las áreas agrícolas en el Nordeste entre 2000 y 2018, especialmente en la región del MATOPIBA. El Maranhão, en particular, presentó una notable conversión de mosaicos forestales en pastizales con manejo, con un crecimiento significativo de estas áreas. En Caxias, el aumento poblacional resultó en cambios en el paisaje, incluyendo la supresión de la cobertura vegetal y alteraciones en los usos de la tierra.

SUELOS BAJO SISTEMA DE CAPOEIRA

La preparación tradicional de áreas con capoeira en la agricultura brasileña implica el corte y la quema de la vegetación. De esta manera, la capoeira tiene como objetivo principal satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos con los nutrientes acumulados en la vegetación secundaria, que surge en el período de descanso entre los cultivos. La práctica de corte y quema de la vegetación interrumpe el reciclaje y los nutrientes que se incorporarían gradualmente al suelo a través de la descomposición de la materia orgánica pasan a estar disponibles en las cenizas sobre la superficie del suelo. De esta manera, se modifica los atributos químicos de la capa superficial del suelo, disminuyendo la saturación por aluminio y aumentando el pH y las bases cambiables Marcolan; Locatelli; Fernandes (2009).

Estas características son compatibles con los análisis de los atributos de los Argisoles, Oxisoles y Plentisoles bajo área de capoeira, ya que los suelos mostraron una reacción fuertemente ácida y moderadamente ácida, lo que los caracteriza como intemperizados. Son suelos con actividad de la fracción arcilla que varió desde alta actividad (Ta) hasta baja actividad de arcilla (Tb). Los suelos pueden tener una baja saturación de bases y mostrar altos valores de M.O. Sin embargo, los cambios en los atributos químicos y físicos del suelo debido a los diferentes atributos del sistema de capoeira eventualmente pueden ser suficientes para afectar la productividad en este suelo.

Entre algunas alternativas para mejorar estos suelos, una opción sería cambiar el sistema de manejo al de corte y trituración de la capoeira, que teóricamente podría proporcionar un valor de pH y una saturación de bases del suelo más bajos, como ya está siendo desarrollado por Embrapa Amazonia Oriental, que está estudiando y ampliando alternativas para sustituir el método tradicional de corte y quema por el sistema de corte y

trituración de la capoeira, asociado al enriquecimiento de la capoeira para acelerar la acumulación de biomasa y nutrientes. Los principales resultados después de la sustitución de la técnica fueron la influencia favorable en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además de la mejora en el balance de carbono, transporte de agua hacia la atmósfera y protección contra la lixiviación, debido a la presencia de una verdadera red de seguridad representada por las raíces Soares; Guedes (2007).

Para entender y gestionar la complejidad del ecosistema, es crucial establecer las relaciones entre las características del suelo, las actividades humanas y la biodiversidad. Como se discutió en los capítulos anteriores de este estudio, Caxias ha experimentado un continuo aumento en la concentración de población urbana y rural, lo que ha resultado en una intensificación de los problemas sociales y ambientales en la región. Entre los principales factores que contribuyen a los problemas ambientales rurales en el área de estudio, se destacan el aumento de la urbanización, la fragmentación y la pérdida de vegetación natural.

En este contexto, Nucci *et al*. (2019) argumentan que los problemas ambientales resultan de patrones espaciales, como la cobertura del suelo, y actividades humanas, como el uso de la tierra, que pueden modificar las funciones del ambiente natural e influir en los procesos físicos. Pauleit y Breuste (2011) observaron que el uso de la tierra juega un papel crucial en la estructura y dinámica de los paisajes, afectando sus cualidades. Por lo tanto, es esencial comprender cómo los diferentes usos de la tierra influyen en los atributos del suelo. Este estudio busca identificar los tipos de uso de la tierra y su relación con los atributos del suelo, con el fin de comprender mejor las interferencias en los suelos asociadas con estos usos.

Suelos bajo sistema de pastoreo extensivo

Los suelos analizados en áreas de pastoreo son moderadamente ácidos, típico de Oxisoles y Argisoles, mostraron baja actividad de arcilla (Tb) y altos valores de M.O. Estas características probablemente se deben a prácticas de manejo inadecuadas en este sistema y al pisoteo del ganado, ya que, aunque el objetivo final del pastoreo es mejorar las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo para lograr una mejor calidad y fertilidad del suelo y su productividad, si las prácticas de manejo no son adecuadas, los suelos no tendrán resultados favorables en su productividad.

Así, con la sustitución de la vegetación nativa por pastizales, la introducción de especies de gramíneas forrajeras en estas áreas y la labranza de estos suelos, los niveles de materia orgánica pueden reducirse en el suelo, lo que afecta directamente a las propiedades físicas y químicas de estos.

El pastoreo puede dar lugar a un paisaje con diferentes niveles de degradación, siendo los principales indicadores de este proceso las disminuciones en la capacidad de retención de agua en el suelo, o el aumento de los procesos erosivos, la baja estabilidad del suelo favoreciendo las reducciones en los niveles de fertilidad y en la capacidad del suelo para almacenar carbono.

En este sentido, los resultados de la investigación de Nabinger *et al.* (2006) ratifican que el uso desmedido del pastoreo, a través de prácticas de pastoreo excesivas, ha causado la pérdida de cobertura vegetal, la incursión de especies invasoras, la erosión del suelo y problemas ambientales, lo que hace que esta variable tenga un impacto central en el funcionamiento del sistema. Como forma de minimizar los problemas derivados de este manejo, se utiliza la aplicación e incorporación de cal. Del mismo modo, como se documenta en los estudios de Conte *et al.* (2011), el uso de pastizales naturales con ganado bovino ha provocado cambios en los atributos físicos y la agregación en la capa superficial del suelo, demostrando una relación con la oferta de forraje.

Algunos otros factores pueden causar la degradación de estos pastizales, como las prácticas inadecuadas de pastoreo extensivo, como el uso de cargas animales o períodos de descanso que no tienen en cuenta el ritmo de crecimiento del pasto, prácticas inadecuadas de manejo del pasto, la falta de reposición adecuada de nutrientes, así como los factores bióticos, como los ataques de insectos y patógenos, y los factores abióticos, como el exceso o la falta de lluvias, la baja fertilidad y el deficiente drenaje del suelo Dias-Filho (2011).

La degradación de los pastizales es un proceso evolutivo de pérdida de vigor y productividad forrajera, donde ya no hay posibilidad de recuperación natural, lo que afecta la producción y el rendimiento animal y desencadena la degradación del suelo y de los recursos naturales debido a prácticas de manejo inadecuadas Macedo *et al*. (2000). Estudios realizados por Macedo *et al*. (2014) estimaron que el 50% de las áreas de pastizales en Brasil están degradadas.

En consecuencia, como una manera de minimizar los problemas de degradación de áreas afectadas por prácticas agropecuarias intensivas o inapropiadas del suelo, que han causado cambios en las características y calidad del suelo, gradualmente se muestra la

necesidad de adoptar técnicas de manejo adecuadas. Una alternativa para mejorar los suelos sería el uso de leguminosas forrajeras, ya que el experimento realizado por Terra *et al*. (2019) demostró que el uso de leguminosas forrajeras ayuda en el proceso de recuperación de áreas degradadas, debido a la capacidad de estas especies para asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno, lo que permite el desarrollo de las gramíneas.

Suelos en área de vegetación primaria

Neosoles y Oxisoles, Son suelos con baja actividad de arcilla (Tb), baja saturación y alta actividad (Ta) por base, presencia significativa de M.O. y altos niveles de aluminio (Al). Sin embargo, a pesar de presentar algunas limitaciones químicas, estos suelos no mostraron erosión aparente; son suelos con drenaje notable, lo que de alguna manera favorece el cultivo de ciertas plantas. No obstante, presentan restricciones para el uso agrícola debido a su relieve, ya que son mayormente suavemente ondulados, lo que dificulta el uso de maquinaria agrícola.

Suelos en área de reserva legal

Los suelos en áreas de reserva legal, ubicados en propiedad o posesión rural, tienen como función asegurar el uso económico de manera sostenible de los recursos naturales de la propiedad rural, ayudar en la conservación y rehabilitación de los procesos ecológicos y promover la conservación de la biodiversidad.

En general, el suelo en el área de reserva legal es de baja fertilidad y con altos niveles de Aluminio, aunque presenta una presencia significativa de Materia Orgánica en todos sus horizontes. Debido a estar en un área con terreno plano, este suelo es más fácil de utilizar para la agricultura, debido a una mayor facilidad para la mecanización, un relieve más plano y sin pedregosidad, a pesar de su baja fertilidad, ya que son suelos de corrección más sencilla.

Sin embargo, el manejo debe seguir algunas recomendaciones establecidas por ley. De acuerdo con la Ley n.º 12.651/2012, el manejo sostenible del área de reserva legal puede llevarse a cabo en las siguientes situaciones y oportunidades:

> I - Es libre la recolección de productos forestales no maderables, tales como frutos, lianas, hojas y semillas, debiendo observarse: 1. los períodos de

> recolección y los volúmenes establecidos en regulaciones específicas, cuando las haya; 2. en el momento de maduración de los frutos y semillas; 3. técnicas que no pongan en riesgo la supervivencia de individuos y de la especie recolectada en el caso de recolección de flores, hojas, cortezas, aceites, resinas, lianas, bulbos, bambúes y raíces (Art. 21).
>
> II - La gestión sostenible para la explotación forestal eventual sin fines comerciales, para el consumo en la propia propiedad, no requiere autorización de las autoridades competentes, debiendo solamente declararse previamente al órgano ambiental la motivación de la explotación y el volumen a ser explotado, quedando la explotación anual limitada a 20 metros cúbicos (Art. 23).
>
> III- La gestión forestal sostenible de la vegetación de la Reserva Legal con fines comerciales depende de la autorización del órgano competente y deberá cumplir con las siguientes directrices y orientaciones (Art. 22):
> - no alterar la cobertura vegetal y no perjudicar la conservación de la vegetación nativa del área;
> - asegurar el mantenimiento de la diversidad de especies;
> - manejar las especies exóticas adoptando medidas que favorezcan la regeneración de especies nativas.

De esta manera, respetando las estrategias gubernamentales brasileñas para garantizar el uso sostenible de los recursos naturales en estas áreas, mediante la adopción de medidas de control establecidas por el Código Forestal, los suelos ubicados en estas áreas podrán mantener sus atributos químicos y físicos sin alteraciones perjudiciales. En general, a partir del análisis realizado en este capítulo, se observó que algunos tipos de manejo afectaron las características físicas de los suelos estudiados, especialmente los suelos bajo sistema de capoeira y de pastoreo, que experimentaron modificaciones debido a la quema y el corte en los suelos de capoeira y al pisoteo del ganado en las áreas de pastoreo extensivo.

Cambios en el Uso de la Tierra: Caxias (1985, 2010 y 2020)

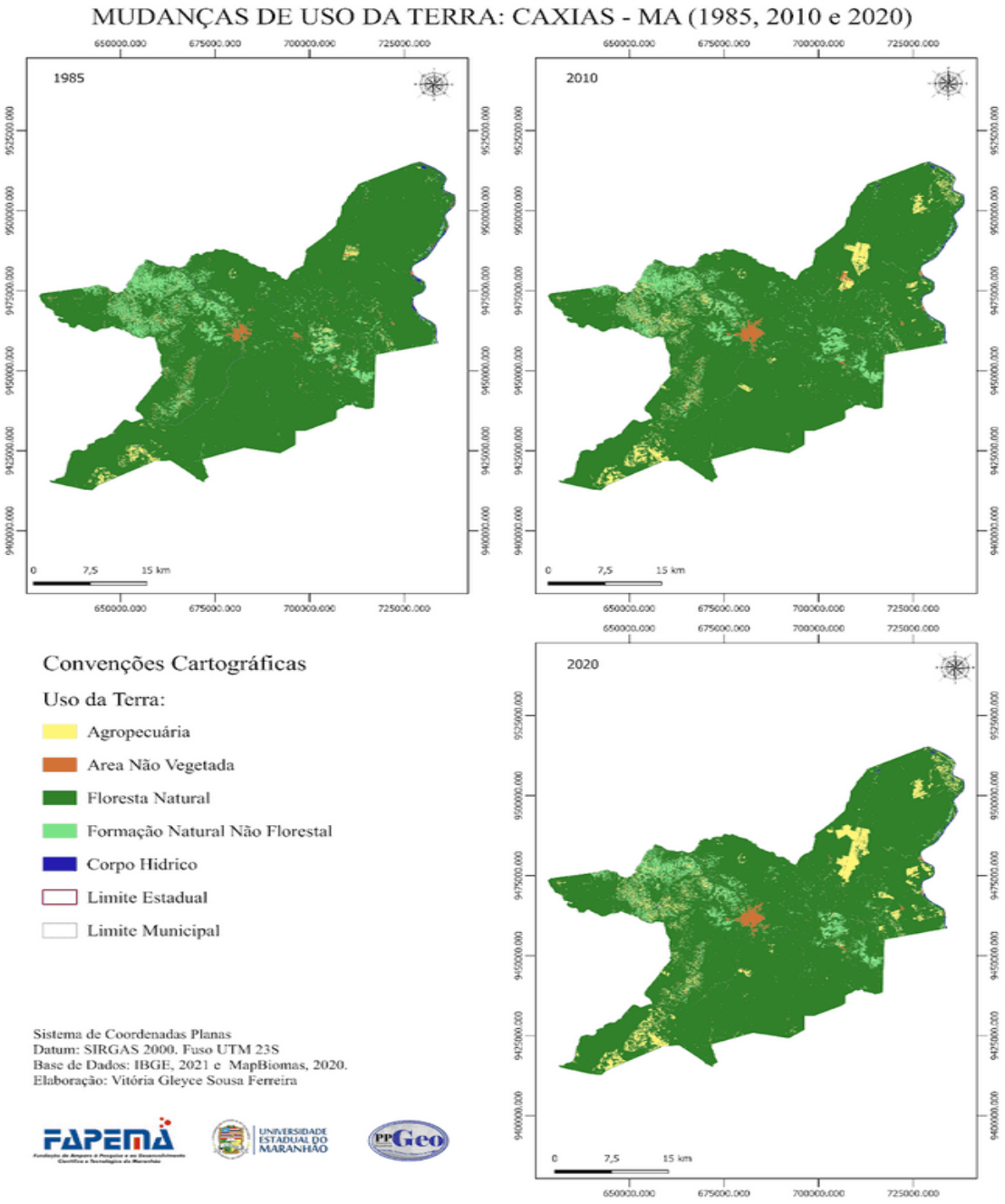
Se sabe que en los siglos XVIII y XIX, con la conexión de Caxias con el Estado de Piauí, la ciudad de Caxias se convirtió en un importante punto de compra y venta de productos agrícolas, especialmente arroz y algodón, lo que trajo una participación destacada en la economía maranhense en ese momento, convirtiéndola en un centro comercial con influencia nacional e internacional.

Como resultado de la intensificación en la expansión urbana y rural de Caxias, a partir de la década de 80 hubo cambios en el uso de la tierra en el municipio. En el año 1895,

Caxias tenía su área ocupada, predominantemente de uso natural, mientras que su área no natural era menos significativa. El área de bosque natural en 1985 era equivalente a 481.122 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 92,49% del área. En 2010 correspondía a 472.166 ha, equivalente al 90,77% del área ocupada, y en 2020 se redujo a 465.124 ha (89,41% del área ocupada por bosque natural).

Entre los usos más modificados en Caxias, se destacan las áreas de uso agropecuario, ya que, en 1985, el área ocupada era de 5.551 ha, equivalente al 1,07% del territorio ocupado por la agropecuaria. En 2010, 18.218 ha, equivalente al 3,50% del área ocupada por la agropecuaria, y en 2020 el área se extendió a 27.647 ha, lo que representa aproximadamente el 5,32% del área ocupada por la agropecuaria. Estos cambios pueden observarse en la Figura 1.

Figura 1 - Mapa de cambios de Usos de la tierra en el municipio de Caxias



Fuente: MapBiomas (2022). Organizado por las autoras (2022).

Los cambios ocurridos en Caxias son principalmente en la expansión de la ganadería, es decir, entre 1985 y 2010 Caxias recibió el equivalente al 13% y de 2010 a 2020 un aumento del 9%. Los datos referentes a los valores totales de las clases de uso están descritos en la tabla 1.

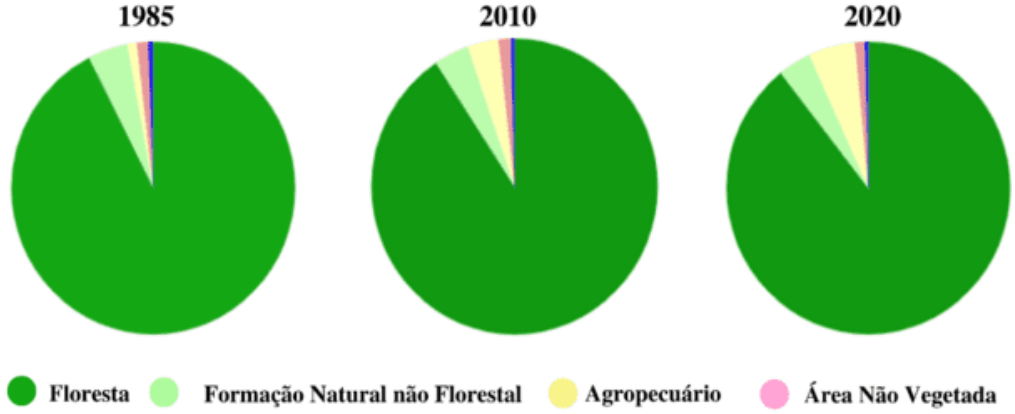
Tabla 1 - Datos relativos a los valores totales de las clases de usos en Caxias en los años 1885, 2010 y 2020.

CLASES	TOTAL ÁREA % (1985)	TOTAL ÁREA % (2010)	TOTAL ÁREA % (2020)
Bosque	481.122	472.166	465.124
Formación Natural no Forestal	23.840	20.455	19.555
Agropecuaria	5.551	18.218	27.647
Área no vegetada	6.903	7.251	6.030

Fuente: MapBiomas (2022). Organizado por las autoras (2022).

El aumento más significativo de la agropecuaria ocurrió entre los años 1985 y 2010, probablemente debido a la intensificación en la expansión urbana y rural de Caxias a partir de la década de los 80. La representación gráfica de los cambios ocurridos en el municipio se muestra en el gráfico 1

Gráfico 1 - Representación gráfica de los cambios de usos en los años 1985, 2010 y 2020 en Caxias.



Fuente: MapBiomas (2022). Organizado por las autoras (2022).

El municipio de Caxias, al tratarse de un centro urbano, aunque de tamaño pequeño a mediano, corresponde aproximadamente al 1,55% del territorio maranhense y ha experimentado un considerable crecimiento poblacional en los últimos tiempos, lo que ha resultado en un aumento en los niveles de tráfico vehicular, un mayor consumo de energía y la generación de residuos sólidos. Por lo tanto, después de todo el proceso de expansión agrícola, urbana y rural de Caxias, el municipio ha experimentado cambios significativos en cuanto al uso de la tierra, especialmente en la ganadería y la agricultura.

CONSIDERACIONES FINALES

Se considera que la Microrregión de Caxias es una zona que ha estado experimentando grandes interferencias en su paisaje natural, especialmente en lo que respecta a los usos del suelo. Al estar geográficamente ubicada en un área dentro del Cerrado Maranhense, una región donde hay una presencia significativa de actividades extractivas y agropecuarias, los suelos están experimentando constantes cambios en sus atributos.

Los trabajos de campo realizados en áreas previamente seleccionadas según los patrones geoambientales característicos del Bioma Cerrado, bajo los usos de Capoeira, Pastizal, Reserva Legal y Área de vegetación primaria, fueron esenciales para el efecto comparativo de los atributos del suelo y los cambios resultantes de sus diferentes usos.

Se observó que la clase que experimentó el mayor crecimiento fue la de agropecuaria, mientras que la clase con la mayor reducción fue la de bosques nativos. En resumen, se entiende que se alcanzaron los objetivos propuestos en esta investigación, dado que los suelos analizados presentan limitaciones principalmente como consecuencia de los usos del suelo en los que están involucrados. Con la utilización de los datos proporcionados por MapBiomas, es posible determinar de manera satisfactoria los cambios en el uso de la tierra de la microrregión de Caxias ocurridos en los municipios de Caxias entre los años 1985 y 2020.

De esta manera, dadas las constantes actividades humanas presentes en el espacio geográfico de Maranhão, especialmente en Caxias, los cambios ambientales se convierten en una preocupación global, ya que dichos cambios pueden afectar la biosfera y sus ciclos biogeoquímicos globales. Parte de estos cambios ocurren de manera difusa en el espacio, como los cambios relacionados con la pérdida de biodiversidad y cambios en el uso del suelo. Estos cambios en el uso del suelo están entre los cambios globales más significativos, que están adquiriendo una importancia marcada en las áreas tropicales, debido a la deforestación, erosión y pérdida de productividad de los suelos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación de Amparo a la Investigación y al Desarrollo Científico y Tecnológico de Maranhão - FAPEMA por el apoyo a la investigación, así como a la

Universidad Estatal de Maranhão - UEMA y al Programa de Posgrado en Geografía, Naturaleza y Dinámica del Espacio - PPGEO, por su apoyo en la investigación.

REFERÊNCIAS

CONTE, O.; WESP, C. L.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, R. L. C.; Densidade, agregação e frações de carbono de um Argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 579-587, 2011. Disponível em: <http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832011000200027&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 mai. 2022.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252. 2011. Suplemento especial. Disponível em: http://www.sbz.org.br/revista/artigos/66282.pdf. Acesso em: 25 mai. 2022.

FERREIRA, V. G. S.; FARIAS FILHO, M. S.; FUSHIMI, M. Caracterização de um Perfil de Solo de Sambaqui em Panaquatira, Município de São José de Ribamar (MA). In: CAMBOIM NETO, L. F.; SILVA, E. N. **Multiplicidade das Ciências Agrárias.** Fortaleza: Editora In Vivo, 2022. p. 45– 50.

IMESC. **Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos**, 2020. Acesso em: 08 abr. 2024. Disponível em: http://imesc.ma.gov.br/portal/Post/view/proposta/347.

MACEDO, M. C. M.; KICHER, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Embrapa Gado de Corte, n. 62, p. 1-4. 2000.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; ARAUJO, A. R. (2014). Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: **Anais de Congresso**, Ribeirão Preto, SP, Embrapa Gado de Corte. p. 158–181.

MAPBIOMAS. 2022. Disponível em: <https://brasil.MapBiomas.org/>. Acesso em: 04 de abril de 2022.

MARCOLAN, A. L.; LOCATELLI, M.; FERNANDES, S. R. **Atributos químicos e físicos de um Latossolo e rendimento de milho em diferentes sistemas de manejo da capoeira**: 1-6. Embrapa (Comunicado Técnico 352), Porto Velho – RO, 2009.

NABINGER, C.; DALL'AGNOL, M.; D.; CARVALHO, P. C. F. Biodiversidade e produtividade em pastagens. In: Simpósio Sobre Manejo da Pastagem, 2006, Piracicaba. **Anais** [...] Piracicaba (SP): Fealq, p. 37-86, 2006.

NUCCI, J. C., VALASKI, S., ESTÊVEZ, L. F., TONETTI, E. L. Uso da terra e qualidade ambiental urbana: uma proposta de legenda para mapeamento. **Geographia**, v.21, p.74-90, 2019.

PAULEIT, S.; BREUSTE, J. **Land use and surface cover as urban ecological indicators.** In: Urban Ecology, Patterns, Processes and Applications. pp. 19-30. Oxford University Press, Oxford. 2011. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=RpCe1a22kHsC&pg=RA1-PA1999&lpg=RA1-PA1999&dq=Pauleit+e+Breuste+(2011)&source=bl&ots=G956zfMs40&sig=ACfU3U1hcDzGDxSVz2J4YHEfSyxNXvQOKg&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwj_seiC0OT3AhUZnpUCHXc_Bm0Q6AF6BAgQEAM#v=onepage&q=Pauleit%20&f=false. Acesso em: 16 mai. 2022.

QGIS [software GIS]. Versão 3.30. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2022. Disponível em: http://qgis.osgeo.org. Acesso em: 10 de abril de 2022.

ROCHA, S. A. Geografia Humanista: história, conceitos e o uso da paisagem percebida como perspectiva de estudo. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 13, jun. 2007. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/7670/9077. Acesso em: 01 jul. 2021.

SOARES, A. L. P.; GUEDES, M. C. Corte e trituração da capoeira como alternativa ao uso do fogo no preparo de área para plantio. In: **Anais da III Jornada de Iniciação Científica**, 2007, Macapá. Livro de resumos. Macapá: SETEC, 2007. p. 12. Disponível em: http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=349565&biblioteca=vazio&busca=349565&qFacets=349565&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1. Acesso em: 21 jan. 2022.

SPINELLI, A. L.; BAYMA, S. G.; TORRESAN, F. H.; VICTORIA, D.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V. Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 28 p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159940/1/Serie-Documentos-108- Luciana.pdf. Acesso em: 09. jan. 2024.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia física (?) Geografia ambiental (?) ou Geografia e ambiente (?). In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea.** Curitiba. Editora da UFPR, 2002.

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; DE REZENDE, A. V.; NHAYANDRA, C. D. Leguminosas forrageiras na produção animal no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 42, p. 305-313, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/vitor/Downloads/16016-Texto%20do%20manuscrito-60062-1-10-20190509.pdf. Acesso em: 25 mai. 2022.

Recebido em:11/06/2024
Aprovado em: 31/07/2024
Publicado em: 04/09/2024