**DOI: 10.25100/eg.v0i27.13330**
**Espacios y Territorios**

# Propuesta metodológica para la gestión de los paisajes de la cuenca del rio Formoso, Ms/Brasil

## *Methodological proposal for landscape management in the Formoso river basin, Ms/Brazil*

## *Proposta metodológica para a gestão das paisagens da bacia do rio Formoso, MS/Brasil*

**[1]Eduardo Salinas Chávez**
Universidad de Granada, Granada, España. esalinasc@yahoo.com | 0000-0001-5976-0475

**[2]Rafael Brugnolli Medeiros**
Universidad Federal da Grande Dourados, Dourados, Brasil. rafaelmedeiros@ufgd.edu.br | 0000-0003-0419-655X

**Para citar este artículo:** Salina, E., y Brugnolli, R. (2024). Propuesta metodológica para la gestión de los paisajes de la cuenca del rio Formoso, Ms/Brasil. *Entorno Geográfico*, (27), e23413330. https://doi.org/10.25100/eg.v0i27.13330

## Resumen

Este artículo pretende contribuir al marco teórico y metodológico del análisis, diagnóstico y pronóstico para la gestión del paisaje sobre la base de la aplicación de los principios, métodos y técnicas que sustentan la Geoecología y utilizando como caso de estudio, la cuenca del río Formoso, localizada en Bonito, Mato Grosso do Sul/Brasil. La metodología consiste en la utilización de datos primarios y secundarios procesados en el ambiente SIG ArcGis 10 y validados en el campo. Se trata esta cuenca de un área de notable diversidad, singularidad y complejidad, que se relaciona principalmente con el sistema cárstico existente en la región. Sin embargo, su naturalidad es baja cuando se correlaciona con el uso antrópico intensivo de las ultimas décadas, lo que plantea preocupación sobre este sistema y valida la posibilidad de aplicar esta propuesta

[1] Posdoctorado en Geografía por la Universidad Federal de Grande Dourados, Brasil. Doctor en Geografía por la Universidad de La Habana. Investigador del Instituto Universitario de Desarrollo Regional y Miembro del Grupo de Investigación Paisaje, Planificación Territorial y Desarrollo Local, de la Universidad de Granada, España

[2] Postdoctorado en Geografía, Naturaleza y Dinámica del Espacio por la Universidad del Estado de Maranhão, Brasil. Doctor en Geografía por la Universidad Federal de Grande Dourados. Profesor de la Universidad Federal de Grande Dourados y del Programa de Postgrado en Geografía (PPGG-UFGD). Miembro del Laboratorio de Geografía Física (LGF-UFGD).

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

metodológica que permitió determinar la existencia de importantes conflictos en el uso del suelo y la reducción de las áreas naturales, estableciendo el diagnostico geoecológico de los paisajes de la cuenca y una serie de recomendaciones para alcanzar el escenario de desarrollo deseado de sus paisajes. Sustentando así la importancia practica de esta metodología que va encaminada a promover la gestión racional e integrada de los sistemas ambientales, sociales y económicos en un espacio determinado.

**Palabras clave:** paisaje, gestión ambiental, Bonito, metodología y geoprocesamiento

**Abstract**

This article aims to contribute to the theoretical and methodological framework of analysis, diagnosis and prognosis for landscape management based on the application of principles, methods and techniques that support Geoecology and using as a case study, the Formoso river basin, located in Bonito, Mato Grosso do Sul/Brazil. The methodology consists of the use of primary and secondary data processed in the ArcGis 10 GIS environment and validated in the field. This basin is an area of remarkable diversity, uniqueness and complexity, which is mainly related to the existing karst system in the region. However, its naturalness is low when correlated with the intensive anthropic use of the last decades, which raises concern about this system and validates the possibility of applying this methodological proposal that allowed determining the existence of important conflicts in land use and the reduction of natural areas, establishing the geoecological diagnosis of the landscapes of the basin and a series of recommendations to achieve the desired development scenario of its landscapes. Thus supporting the practical importance of this methodology, which is aimed at promoting the rational and integrated management of environmental, social and economic systems in a given space.

**Keywords:** landscape, environmental management, Bonito, methodology and geoprocessing

**Resumo**

Este artigo busca contribuir para o marco teórico e metodológico da análise, diagnóstico e prognóstico para a gestão da paisagem, com base na aplicação dos princípios, métodos e técnicas que fundamentam a Geoecologia, utilizando como estudo de caso a bacia do rio Formoso, localizada em Bonito, Mato Grosso do Sul/Brasil. A metodologia consiste

na utilização de dados primários e secundários processados no ambiente SIG ArcGis 10 e validados em campo. Trata-se de uma bacia com notável diversidade, singularidade e complexidade, relacionada principalmente ao sistema cárstico existente na região. No entanto, sua naturalidade é considerada baixa quando correlacionada ao uso antrópico intensivo das últimas décadas, o que suscita preocupações sobre esse sistema e valida a possibilidade de aplicação desta proposta metodológica, que permitiu identificar importantes conflitos no uso do solo e a redução das áreas naturais. A proposta possibilitou também o estabelecimento do diagnóstico geoecológico das paisagens da bacia e uma série de recomendações para alcançar o cenário de desenvolvimento desejado dessas paisagens. Assim, sustenta-se a importância prática dessa metodologia, voltada à promoção da gestão racional e integrada dos sistemas ambientais, sociais e econômicos em um espaço determinado.

**Palavras-chave:** paisagem, gestão ambiental, Bonito, metodologia e geoprocessamento

**Recibido**: 6 de noviembre de 2023 **Aceptado:** 6 de marzo de 2024
**Publicado:** 6 de marzo de 2024

## 1. Introducción

En muchos países la gestión del territorio ha sido vista y estudiada usando límites políticos, cuencas hidrográficas o algunas otras unidades espaciales, desconociendo el desarrollo teórico-metodológico y práctico alcanzado en las pasadas décadas por la Geografía del Paisaje o Geoecologia, lo que permitiría incorporar la visión holística, dialéctica y sistémica, imprescindibles como instrumento para la planificación y gestión del territorio en un contexto de sustentabilidad a mediano y largo plazos.

El empleo de los principios, métodos y técnicas de investigación recogidas en la Geoecología nos permite sustentar un modelo sistémico y ordenado de estudio de un territorio sobre la base del reconocimiento de las particularidades de los paisajes físico-geográficos que lo caracterizan, lo que posibilita realizar el diagnostico de estos a partir del inventario y análisis de los mismos y establecer el pronóstico de su desarrollo, con vistas a promover las medidas y políticas para su gestión en el marco de alcanzar la sustentabilidad de los paisajes y la sociedad a mediano y largo plazos.

En América Latina desde hace algún tiempo se vienen llevando a cabo importantes experiencias en esta temática, a partir de diversas propuestas institucionales,

especialmente en México, Colombia, Brasil y Cuba y más recientemente en Perú, Ecuador, Bolivia y Venezuela, lo que ha propiciado la consolidación de diversos enfoques teórico-metodológicos como base para la planificación y gestión de los territorios, sustentadas muchas de estas en los estudios del paisaje y el desarrollo de nuevas tecnologías para estos estudios como los Sistemas de Información Geografica y la Teledetección, así como la influencia en la región de la aprobación del Convenio Europeo del Paisaje en el año 2000 (Bertrand y Bertrand, 2006; Gómez y Gómez, 2013; Mata y Tarroja, 2006; Mateo et al., 2022; Mateo y Silva, 2018; Salas, 2002; Salinas, 2022; Salinas y Remond, 2015, Weddle, 1973). En la mayoría de estos trabajos el inventario, análisis, diagnostico y pronostico de los paisajes (unidades ambientales u otras) se ha convertido en la propuesta metodológica fundamental para la formulación de los programas de gestión del territorio a escalas medias y grandes.

Es en este marco que pretendemos fundamentar una propuesta metodológica basada en el enfoque integrador de los paisajes geográficos para la gestión del territorio en el ejemplo de una cuenca hidrográfica muy interesante y variada en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil donde hemos trabajado desde hace algún tiempo, uniendo a esto la experiencia del primer autor por más de cuatro décadas, en la planificación y gestión territorial, en Cuba y otros países de América Latina.

La cuenca del rio Formoso y la región de Bonito en especial son únicas por su excepcional belleza, y una relevante región cárstica brasileña. El principal aspecto del paisaje de Bonito son sus ríos de aguas limpias y cristalinas y sus cascadas. Las características hídricas locales y las rocas carbonatadas predominantes originan importantes procesos químicos de disolución y deposición y la formación de un relieve cárstico particular y poco frecuente en Brasil. Los principales manantiales de esta cuenca se localizan en la Sierra de Bodoquena, importante macizo al oeste de la cuenca con grandes valores geológicos, biogeográficos y culturales. Sin embargo, las actividades socioeconómicas que se realizan en la cuenca (en especial las agropecuarias), junto con el turismo generan importantes conflictos ambientales y sociales que deben ser tomados en consideración para su gestión en el marco de la necesaria sustentabilidad regional (Brugnolli y Silva, 2023).

El área de estudio se localiza geográficamente en la región suroeste del estado de Mato Grosso do Sul, ocupando un área de 1.324,67 km², enmarcada por dos zonas elevadas la Sierra de Bodoquena al oeste y la Sierra de Maracajú al este (ver Figura 1).

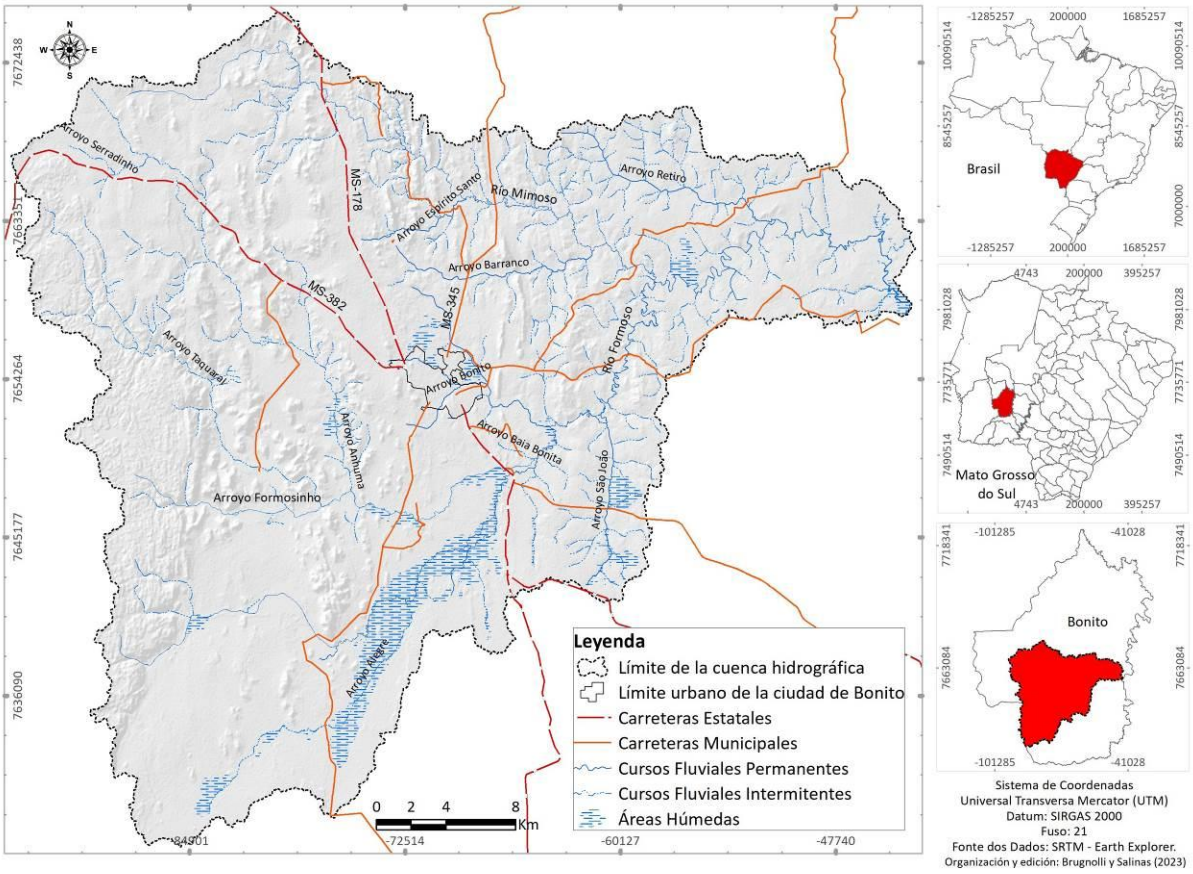


**Figura 1.** Situación de la cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito Mato Grosso do Sul, Brasil

Fuente: Brugnolli y Silva, 2023

## 2. El paisaje geografico y su cartografia

Preferimos utilizar este término, para superar la confusión existente acerca del concepto de paisaje en sentido general, el cual tiene una larga historia dentro de las ciencias y las artes y ha acompañado al desarrollo de la Geografía por más de dos siglos, constituyéndose en una de las categorías fundamentales de la misma. Mucho se ha escrito sobre este concepto, su desarrollo y aplicación, lo cual no vamos a repetir en este articulo y que puede ser consultado en otras publicaciones (Antrop, 2000; Bertrand y Bertrand, 2006; Bollo, 2017; Isachenko, 1973; Mateo, 2011, Mateo et al., 2017, Neves et al., 2021; Salinas et al., 2019a; Salinas y Remond, 2015; Zonneveld, 1995;), entre otros.

Proponiendo entonces considerar para este articulo al paisaje (landchaft, landscape, paisagem, paysage) como:

> un sistema espacio-temporal complejo y abierto que se origina y evoluciona en la interface naturaleza-sociedad, integrado por elementos naturales y antrópicos, con una estructura, funcionamiento, dinámica y evolución propias, que le confieren integridad, limites espaciales y jerarquización, constituyendo una asociación de elementos y fenómenos en constante y compleja interacción, movimiento e intercambio de energía, materia e información. (Salinas et al., 2019a, p.14)

También se ha escrito mucho acerca de la representación espacial de los paisajes, especialmente, aunque no únicamente mediante mapas (Salinas et al., 2023) y sobre la delimitación y cartografía de sus unidades, considerando a la cartografía de los paisajes como parte de la cartografía tematica, ambiental o de síntesis según el autor que se consulte (Martinelli y Pedrotti, 2001; Zacharias y Ventorini, 2021), lo que ha acompañado a los estudios del paisaje desde los inicios del siglo XX, convirtiéndose en elemento básico para poder utilizar a dichas unidades, como fundamento para la gestión de los territorios a diversas escalas y para actividades socioeconómicas diferentes (Cavalcanti, 2014; Gómez et al., 2018; Salinas et al., 2019a, Salinas et al., 2019b; Serrano et al., 2019; Simensen et al., 2018).

Para esto se han propuesto diversas metodologías, sustentadas en los avances alcanzados en la Geografía con la aparición de las imágenes espaciales y las técnicas para su procesamiento digital, el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica y en los últimos años con los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) y los sensores LIDAR (Light Detection and Ranging*)*, entre otros (Braz et al., 2020; García et al., 2019; Huesca et al., 2019; Pascual et al., 2022; Priego et al., 2011; Salinas et al., 2019c; Salinas et al., 2019d; Salinas y Ramón, 2013; Salinas y Ribeiro, 2017). Presentamos en la Figura 2 el esquema metodológico que hemos utilizado desde hace algunos años para la delimitación, clasificación y cartografía de los paisajes a escalas medias y grandes en diversos territorios de Cuba y América Latina y que se basa en la clasificación y cartografia de las unidades de paisaje de forma anidada de arriba hacia-abajo (top-

down), lo que no excluye otras posibilidades, ni la inclusión de otros indices morfometricos como disección horizontal, energia del relieve, etc. (Areces y Salinas, 2022; Braz et al., 2020; Brito et al., 2023; Brugnolli et al., 2023; Salinas y Ramón, 2013).

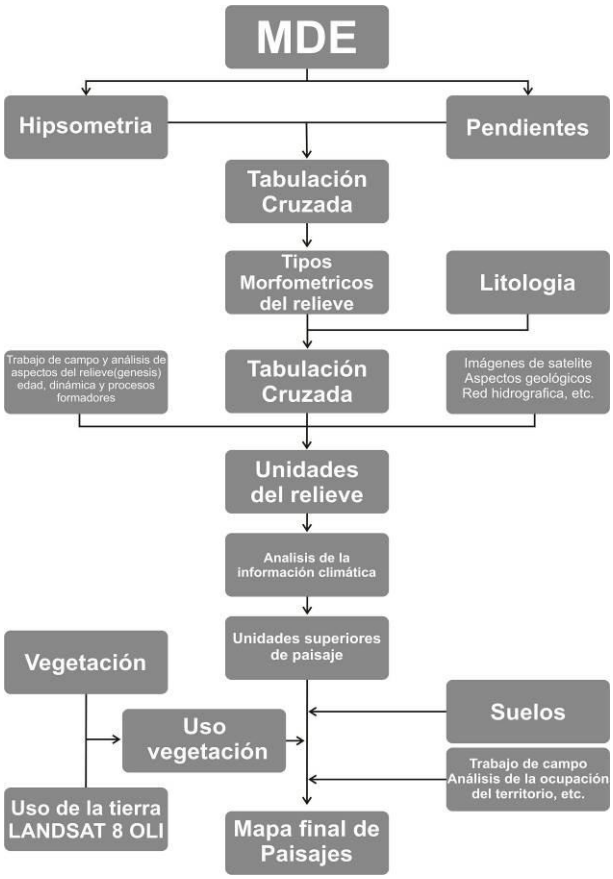


**Figura 2.** Esquema general para la confección del mapa de paisajes con el empleo de un Sistema de Información Geográfica

Fuente: Salinas y Ribeiro, 2017

## 3. Propuesta metodológica para el uso de los paisajes en la gestion del territorio

A pesar de las diferencias entre las diversas metodologías utilizadas para la planificación y gestión territorial tanto a escala nacional, regional o local ampliamente divulgadas y utilizadas en diversos países (Franch et al., 2018; Gómez y Gómez, 2013; Mateo y Silva, 2018; Salas, 2002; Salinas, 1991; Salinas y Remond, 2015) estas tienen tres aspectos comunes que son: reconocer como objeto de estudio al territorio, proponer su estudio a partir de su división en diferentes subsistemas que son: natural, social y económico (con algunas variaciones en la denominación de los mismos) y una estructura metodológica desarrollada a partir de fases o etapas sucesivas, con ligeras variaciones en su denominación según la metodología empleada. En la Figura 3

presentamos nuestra propuesta para la utilización del enfoque holistico y sistemico de los paisajes para la planificacion y gestion de los territorios.

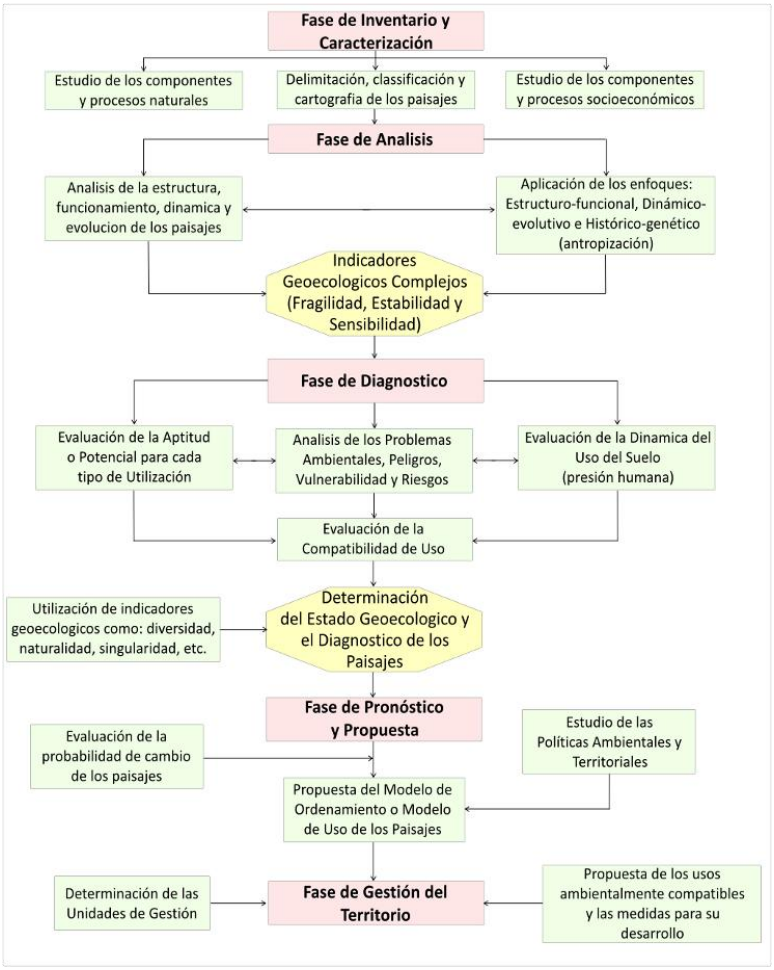


**Figura 3.** Propuesta metodológica para el uso de los paisajes en la gestión del territorio
Fuente: Salinas, 2022

### 3.1 Fase de inventario y caracterización

Constituye una fase muy importante donde se recopila toda la información necesaria y suficiente para la identificación, delimitación y cartografía de las unidades de paisaje. De su calidad dependen en gran medida los resultados de las fases sucesivas y contempla dos decisiones claves para su realización que se refieren a la selección de los elementos a recopilar y la definición del nivel adecuado de prospección (Aramburu y Escribano, 2014).

La información por utilizar en esta fase debe ser significativa, asequible y precisa, tomando en cuenta, el trabajo a realizar, su disponibilidad, la escala gráfica a emplear, el tiempo disponible para la realización del estudio, el presupuesto económico disponible,

el ámbito de este y la diversidad natural, económica y social del territorio. La mayor parte de la información en esta fase será obtenida de la documentación existente en formato analógico y digital, sensores remotos y el trabajo de campo.

Esta fase que tiene como objetivo fundamental delimitar, clasificar y cartografiar las unidades de paisaje, contempla entre sus tareas principales: la elección y delimitación del área de estudio (algo que muchas veces no depende de los investigadores), la búsqueda de información, el análisis de los elementos y componentes del paisaje (mediante la recopilación, confección y análisis de mapas temáticos y otra información existente sobre los diversos componentes del paisaje), y finalmente la delimitación, clasificación y cartografía de los mismos y su posterior caracterización.

La delimitación de las unidades de paisaje se lleva a cabo combinando el trabajo de campo con el auxilio de mapas temáticos de los diferentes componentes, fotografías, fotografías aéreas y espaciales y otras técnicas (Salinas et al., 2022; Simensen et al., 2018; Zacharias, 2008).

La clasificación de las unidades de paisaje se lleva a cabo tomando en cuenta los rasgos comunes o individuales que las caracterizan, sean contiguas o no, en correspondencia con diversos factores o criterios, denominados también índices diagnósticos, los que reflejan la relación entre los factores diferenciadores de las mismas (relieve y clima) y los factores o elementos indicadores (suelos, agua y el uso y cobertura de la tierra) estructurados de modo jerárquico y de forma anidada, mediante tres enfoques que son: tipológico (según los principios de analogía, homogeneidad relativa, pertenencia a un mismo tipo y repetitividad); regional (según los principios de integridad territorial, unidad genética relativa e irrepetibilidad espacial y temporal) y topológico o local, que combina los anteriores a escalas grandes (Areces y Salinas, 2022; Mateo, 2011; Mücher et al., 2010; Salinas et al., 2019c).

Para la clasificación y cartografía de las unidades de paisaje se han desarrollado diversas propuestas metodológicas a diferentes escalas y en diversos territorios (Brabyn, 2009; Cavalcanti, 2014; Gómez et al., 2018; Mateo y Silva, 2002; Salinas et al., 2019 a y b; Salinas y Ramón, 2013; Serrano et al., 2019), con dos enfoques diferentes para la clasificación y cartografía de las unidades que son: top-down (cuando se clasifican y cartografían las unidades partiendo de las superiores a las inferiores siguiendo los criterios de tipología o regionalización ya explicados y tomando en cuenta los índices

diagnóstico propuestos para cada nivel taxonómico) o bottom-up (cuando se clasifican y cartografían las unidades partiendo de las inferiores a las superiores utilizando para esto algún método de agrupamiento como *cluster analysis*), ambos han sido utilizados en los estudios del paisaje indistintamente aunque mucho mas el primero de ellos (Areces y Salinas, 2022; Braz et al., 2020; Cavalcanti y Corrêa, 2013; Mata y Sanz, 2003, Mücher et al., 2010; Salinas y Quíntela, 2000; Salinas y Ribeiro, 2017).

Finalmente es necesario señalar que, para la posterior caracterización de las unidades de paisaje, con vistas a su uso como base para la planificación y gestión de los territorios se sugiere el empleo de varios métodos de forma individual o combinada como son: las listas de control o fichas, la superposición de mapas temáticos y las matrices.

El estudio de los paisajes debe complementarse con la caracterización de los subsistemas económico y social, lo que permite establecer análisis cruzados de diversas variables, relacionando datos de población, actividades económicas y otros, con las unidades de paisaje, posibilitando determinar índices como: la densidad de vías de comunicación y su relación con la población, la distancia a los principales servicios, etc., lo que posibilitará establecer la regionalización y jerarquización de estos problemas a nivel de estado, municipio o región y la presión humana de los mismos sobre los paisajes, lo que permite avanzar en la planificación y gestión del territorio (Nogué et al., 2009; Palacio et al., 2004; Simensen et al., 2018) (ver Figura 4 y Tabla 1).

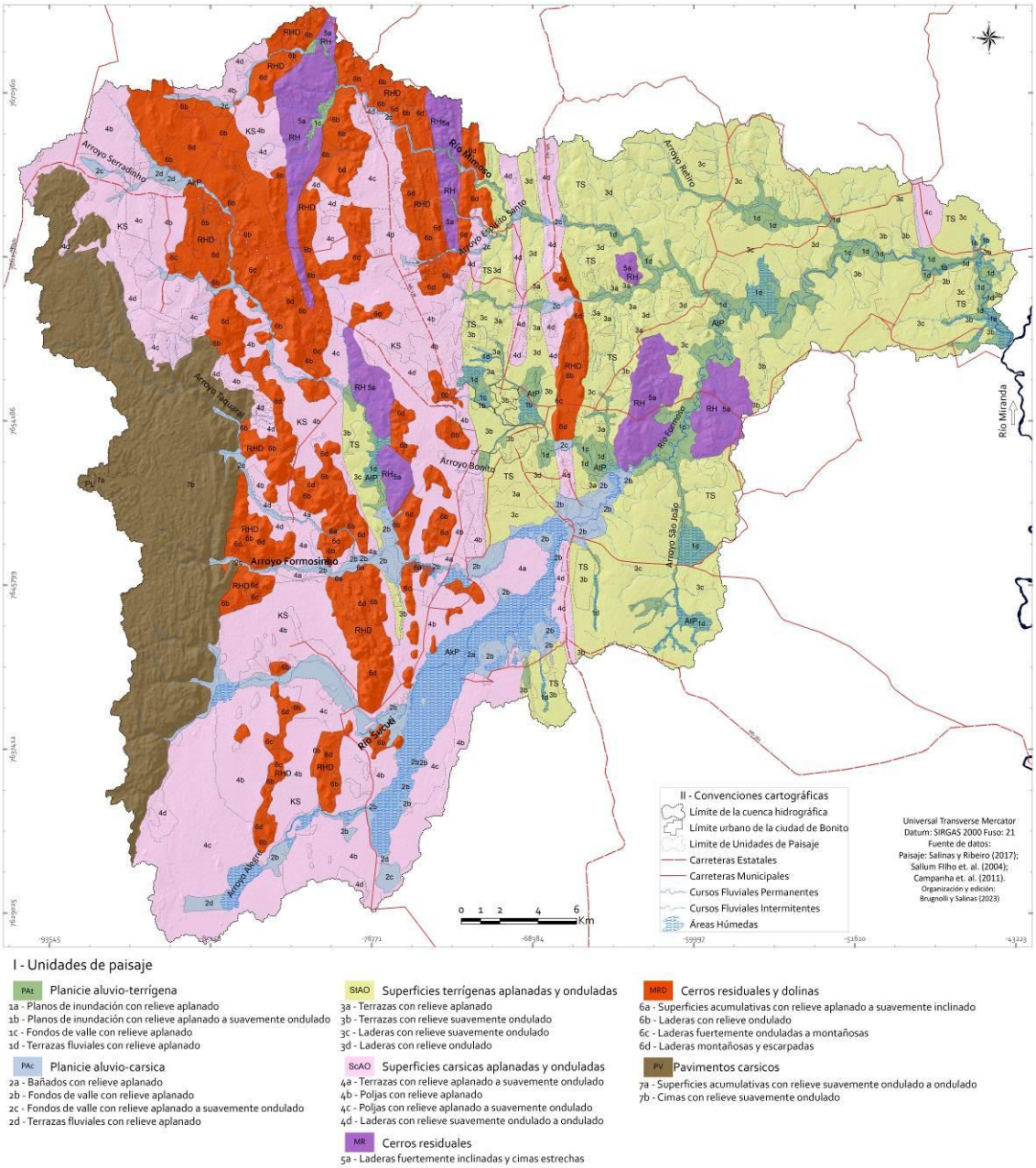


**Figura 4.** Unidades de Paisaje de la cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul/Brasil

Fuente: Brugnolli y Salinas, 2023

**Tabla 1.** Descripción de las Unidades de Paisaje de la cuenca hidrográfica del rio Formoso.

| Unidad de paisaje | | Características |
|---|---|---|
| Llanura aluvio-terrígena plana a suavemente ondulada sobre depósitos recientes de limolitas, areniscas y otras rocas terrígenas no consolidadas. | 1a | Llanuras de inundación con relieve plano (0 a 3% de pendiente) con rampas alargadas de 700 a 1.000 metros con poca altitud (0 a 20 m), con energía potencial erosiva del relieve suave a muy suave con gleisoles y vegetación forestal periódicamente inundada en la llanura aluvial del río Formoso. Localizada en el curso bajo de la cuenca. |
| | 1b | Llanuras aluviales con relieve plano a suavemente ondulado (0 a 8% de pendiente) con rampas estrechas de 0 a 700 metros y poca altitud (0 a 20 m), con energía potencial erosiva débil a muy débil; con gleisoles y plinthosoles cubiertos por vegetación forestal. Localizadas en la parte baja y media de la cuenca. |
| | 1c | Fondos de valle con relieve plano (0 a 3% de pendiente), con pendientes estrechas que van de 0 a 500 metros, y altitud de 0 a 20 metros. Se trata de una unidad extensa con una energía potencial de relieve de débil a muy débil, con gleisoles cubiertos por vegetación forestal. Localizados en los tramos bajo y medio de la cuenca. |
| | 1d | Terrazas fluviales con relieve plano a suavemente ondulado (0 a 8%) con rampas alargadas de 0 a 1.000 metros, y baja altimetría (0 a 40 m), su energía erosiva potencial varía de débil a muy débil, con gleysoles y plinthosoles, con pastos y aisladass manchas de vegetación forestal. Se localiza en los tramos bajo y medio de la cuenca. |
| Llanura aluvio-carstica plana a suavemente ondulada sobre calizas y mármoles calcíticos y dolomíticos | 2a | Bañados sobre tobas, calizas y travertinos con relieve plano (0 a 3%), pendientes alargadas superiores a 700 metros y escasa altitud (0 a 40 m). la energía del relieve varía de muy suave a suave, con gleisoles y chernosoles cubiertos por vegetación herbácea y forestal, predominantemente en zonas húmedas. Se localizan en los tramos alto y medio de la cuenca. |
| | 2b | Fondos de valle sobre tobas, calizas y travertinos con relieve plano (0 a 3%), con pendientes alargadas superiores a 700 metros y escasa altitud (0 a 40 m), la energia del relieve varía de suave a débil, con gleisoles cubiertos por pastos y pequeñas áreas de cultivos, próximos al humedal del río Formoso, en el curso alto y medio de la cuenca. |
| | 2c | Fondos de valle con relieve plano a suavemente ondulado (0 a 8% de inclinación), pendientes de 0 a 500 metros y altitud de 0 a 40 m, resultando en una energía del relieve suave a débil; con gleisoles cubiertos por vegetación forestal. Localizados en los tramos superior y medio de la cuenca. |
| | 2d | Terrazas fluviales con relieve plano (0 a 3%), rampas alargadas mayores a 1.000 metros y altura de 0 a 20 m, presentando una energía del relieve de muy suave a suave, con suelos variados (predominantemente gleisoles), con pastos y cultivos de soya. Localizadas en el curso superior de la cuenca. |
| Superficie terrígena plana a ondulada sobre areniscas y otras rocas terrígenas | 3a | Terrazas fluviales con relieve plano (0 a 3%), rampas alargadas de más de 1.000 metros y altura de 0 a 20 m, con una energía del relieve de muy suave a suave, con suelos variados (predominantemente gleisoles), pastos y cultivos de soya. Localizadas en el curso superior de la cuenca fluvial. |
| | 3b | Terrazas con relieve suavemente ondulado (3 a 8% de inclinación) con pendientes de 0 a 1.000 metros, y altitud de 0 a 40 m. La energía del relieve varía de suave a débil con plinthosoles, latosoles y nitosoles cubiertos por cultivos de soya y pastos. Localizadas en el curso medio de la cuenca. |
| | 3c | Laderas con relieve suavemente ondulado (3 a 8% de inclinación) con pendientes alargadas de 0 a 1.000 metros, y altura de 0 a 140 m. La energía del relieve varía de muy suave a débil, con latosoles y chernosoles cubiertos por pastos. Estan localizadas en los tramos medio y bajo de la cuenca. |
| | 3d | Laderas con relieve ondulado (8,01% a 20,00% de pendiente), y pendientes alargadas de 0 a 1.000 metros, y altitud de 0 a 140 metros. Su energía dle relieve varía de suave a débil, con predominio de neosoles y nitosoles cubiertos por pastos con escasa vegetación forestal. Se localizan en el curso medio y bajo de la cuenca hidrográfica. |
| Superficie cárstica plana a ondulada sobre calizas y mármoles calcíticos y dolomíticos | 4a | Terrazas sobre calizas y tobas travertínicas con relieve plano a suavemente ondulado (0 a 8% de inclinación), pendientes inferiores a 800 metros y altitudes de 0 a 40 m, que dan lugar a una energía del relieve débil a débilmente suave; con chernosoles y latosoles, y cultivos de soya y pastos. Localizadas en el curso medio de la cuenca. |
| | 4b | Poljas con relieve plano (0 a 3%), y pendientes de 0 a 1.000 metros y alturas de 0 a 100 m. La energía potencial erosiva del relieve varía de muy suave a débil, con chernossoles (predominantemente), latosoles y argissoles cubiertos por plantaciones de soya. Localizadas en los tramos superior y medio de la cuenca. |
| | 4c | Poljas con relieve plano a suavemente ondulado (0 a 8%), con diferente disección horizontal y altitud de 0 a 100 metros. La energía potencial erosiva del relieve varía de débil a media, con chernosoles (predominantemente), latosoles y nitosoles cubiertos por pastos. Localizadas en los tramos superior y medio de la cuenca. |
| | 4d | Laderas con relieve suavemente ondulado a ondulado (3 a 20% de inclinación) con pendientes de 0 a 1.000 metros de longitud y altitud de 0 a 140 m. La energía del relieve varía de suave a débil, con latosoles y nitosoles cubiertos por pastos y plantaciones de soya. Están localizadas en el curso superior y medio de la cuenca. |
| Colinas residuales en rocas terrígenas | 5a | Pendientes fuertemente inclinadas, y cimas estrechas y empinadas con pendientes del 20 a 45%, sin embargo, en algunas laderas de las colinas residuales, pueden alcanzar más del 75%. Sus rampas son inferiores a 1.000 metros, la energia del relieve varía de media a medianamente suave, con latosoles y chernosoles cubiertos de vegetación forestal, y pastos en los alrededores. Localizada en el curso medio de la cuenca. |
| Colinas residuales y dolinas en calizas y mármoles calcíticos y dolomíticos | 6a | Superficies acumulativas sobre tobas y caliza con relieve plano a suavemente ondulado (3 a 8%), pendientes estrechas 0 a 700 metros y altitud de 0 a 140 m. La energía del relieve varía de suave a débil, con chernosoles cubiertos de vegetación forestal. Localizadas en el curso alto de la cuenca. |
| | 6b | Pendientes onduladas (8 a 20%), con rampas inferiores a 700 metros y amplitudes de 0 a 100 metros, que indican una energía del relieve de suave a débil. Los suelos son variados (predominan los chernosoles), con pastos en las laderas de las colinas residuales. Situadas en los tramos superior y medio de la cuenca. |
| | 6c | Pendientes de fuertemente inclnadas a accidentadas (20 a 45% de inclinación), aunque en algunas zonas pueden alcanzar más del 45%. Las rampas de menos de 700 metros oscilan entre 0 y 100 metros. La energía del relieve varía de suave a débil, con nitosoles y chernosoles cubiertos por vegetación forestal. Localizadas en el curso medio de la cuenca fluvial. |
| | 6d | Relieve montañoso con fuertes pendientes (20 a 75% de inclinación), pero en algunas zonas puede llegar a superar el 75%. Presenta rampas de menos de 1.000 metros y la amplitud es variable. La energía del relieve varía de media a fuerte, con latosoles, nitosoles y chernossoles con vegetación forestal. Se localiza en la parte alta y media de la cuenca. |
| Pavimento cárstico sobre calizas y dolomíticas | 7a | Superficies de acumulación con relieve suave a ondulado (3 a 20%), y pendientes inferiores a 900 metros y altitudes de 0 a 140 metros. Presenta una energía de relieve suave a débil, con chernosoles cubiertos por pastizales. Localizadas en el curso superior de la cuenca. |
| | 7b | Cimas con relieve suavemente ondulado (3 a 8%), sin embargo, en las laderas escarpadas alcanza una inclinación superior al 75%, y rampas con longitud inferior a 2.000 metros y amplitudes de 0 a 180 metros. Presenta una energía potencial erosiva del relieve de débil a ligeramente fuerte, con chernosoles cubiertos por vegetación forestal. Localizadas en el curso superior de la cuenca. |

Fuente: Los autores

## 3.2 Fase de análisis de los paisajes

Esta fase que comprende desde el punto de vista metodológico tres momentos que son: el contacto del investigador con el objeto de estudio, la descomposición del todo en partes para su estudio y por último la recomposición del todo reconociendo la totalidad por medio de sus partes y sus relaciones, puede ser definida como:

> el conjunto de métodos y procedimientos técnico-analíticos que permiten conocer y explicar la estructura de los paisajes, estudiar sus propiedades, su dinámica, la historia de su desarrollo, los estadios y procesos de formación y transformación de estos y su investigación, como sistemas manejables y administrables. (Mateo et al., 2017, p. 40)

Según Verdum (2012) hay tres posibilidades para el análisis del paisaje que son: descriptiva (basada en la enumeración de los elementos y las formas, restringiendo el análisis a los aspectos visuales), sistémica (que estudia el conjunto de los elementos físicos, biológicos y sociales y su relación, con su morfología, estructura y funcionamiento) y perceptiva (concebida como el estudio del paisaje a partir de la relación de la sociedad con el espacio y la naturaleza).

El análisis de los paisajes nos permite comprender su organización, su estructura y los factores que los forman y los transforman, y se lleva a cabo mediante el empleo de varios enfoques como son: estructural (que estudia la estructura horizontal y vertical), funcional (que evalúa el funcionamiento de los paisajes), dinámico-evolutivo (que se encarga de estudiar su dinámica y evolución) e histórico-genético (antropización) que busca reconocer la modificación de los mismos por las diversas actividades humanas que en ellos se llevan a cabo (Acevedo, 1996; Mateo et al., 2017; Priego y Esteve, 2017; Ramón et al., 2012; Vidal y Silva, 2021).

Este análisis se lleva a cabo aplicando diferentes métodos como son: las evaluaciones multicriterio, la superposición cartográfica, los sistemas de expertos, el análisis de componente principal, el procesamiento estadístico, etc.), utilizando para esto diversos índices como son: coeficiente de fraccionamiento, coherencia interna, frecuencia de las relaciones entre los componentes, diversidad, complejidad, vecindad, ciclos anuales,

tendencias evolutivas, estadios de desarrollo, naturalidad, tipo y grado de modificación antrópica y estabilidad y sensibilidad entre otros (ver Figura 5).

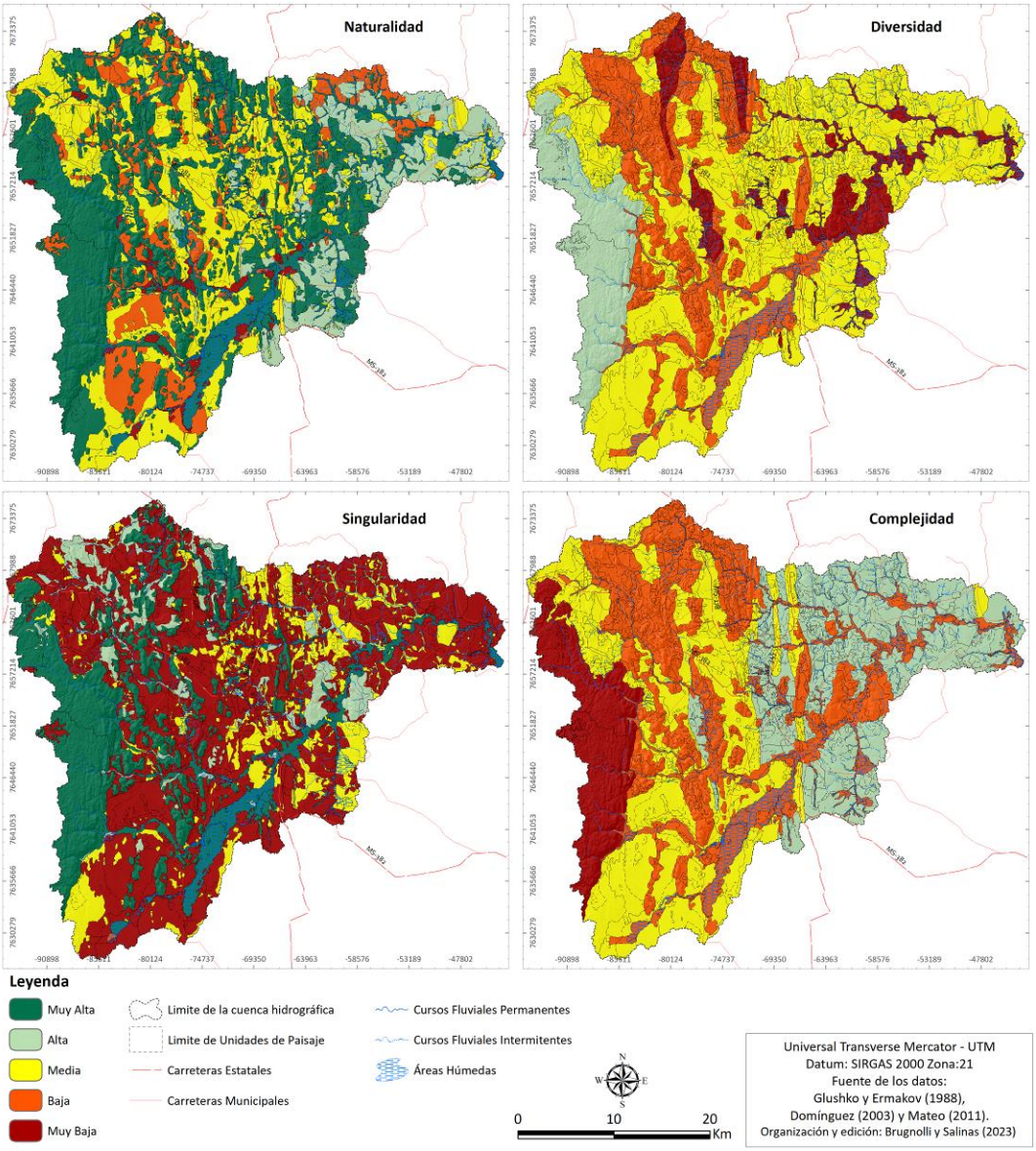


**Figura 5.** Índices geoecológicos utilizados para el análisis de los Paisajes de la cuenca del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul/Brasil

Fuente: Elaborado por los autores

### 3.3 Fase de Diagnóstico

El diagnóstico geoecológico o de los paisajes constituye una etapa muy importante en las investigaciones geoecológicas y es fundamental para la planificación y gestión del territorio. En esta fase se sintetizan los resultados obtenidos en las anteriores y se evalúan los problemas ambientales que determinan el estado geoecológico de las unidades y los impactos ocasionados por la utilización y explotación de los recursos

naturales y los servicios ambientales por la sociedad (Bastian et al., 2013; Brugnolli et al., 2022; Brugnolli y Salinas, 2021; Haase y Haase, 2002; Laterra et al., 2011; Mateo y Silva, 2018).

El término de "diagnóstico del paisaje fue originalmente utilizado en los años 50 del pasado siglo por Lingner y Carl (1955), en Alemania Oriental, siendo ampliado y complementado posteriormente por otros autores alemanes y rusos (Glushko y Ermakov, 1988; Haase, 1990; Mannsfeld, 1985). Actualmente, este concepto se relaciona con un sistema de técnicas y métodos que son utilizados para la evaluación de las posibilidades de los paisajes para cumplir con las necesidades de los seres humanos, determinando la capacidad de estos para atender a los requisitos sociales, lo que permite definir límites para proteger las condiciones naturales e incrementar su capacidad de proporcionar bienes y servicios a la sociedad (Mateo et al., 2022; Salinas, 1991; Shishenko, 1988).

El diagnóstico posibilita la cuantificación y cualificación de los factores antrópicos que pueden incidir en el uso de los paisajes y determina los tipos más adecuados de utilización de la naturaleza, los impactos geoecológicos, sus efectos y consecuencias, además de servir como punto de partida para el pronóstico de su desarrollo y la propuesta de uso de los mismos (Bastian et al., 2006; Gagarinova y Kovalchuk, 2010; Glushko y Ermakov, 1988; Mateo, 2011; Mateo y Silva, 2018; Miravet et al., 2014, Salinas et al., 2022).

El diagnóstico de los paisajes puede entonces ser definido como:

> La determinación de las condiciones de los paisajes para cumplir con eficiencia las funciones sociales para las cuales son requeridos, tomando en cuenta, sus características geocológicas, la eficiencia actual de estos (relación uso potencial/uso actual), la presión e impacto que dichas actividades actuales o futuras pueden ocasionar sobre los paisajes, así como los riesgos naturales y antrópicos de los usos actuales y futuros sobre estos, con la intención de lograr la utilización adecuada de los paisajes (*utilization suitability*) y la disponibilidad

espacial de los recursos (*availability or disposability spatial*" (Haase y Haase, 2002, pp. 120-121, traducido y modificado en Salinas, 2022).

Para efectuar este diagnóstico se deben realizar, según Bastian et al. (2006), La O et al. (2012), Mateo et al. (2017), Miravet et al. (2014) y Ruiz y Delgado (2012), cinco tareas fundamentales: a) evaluar el potencial de uso de los paisajes para las distintas actividades socioeconómicas que se desarrollan o aquellas que se pretende desarrollar; b) determinar la eficiencia en la utilización de los paisajes (relación uso actual/uso potencial); c) identificar los riesgos y problemas ambientales; d) evaluar el estado geoecológico de los paisajes y finalmente, e) realizar el diagnóstico integrado de los mismos.

Los resultados del diagnóstico se sintetizan en el mapa del Estado Geoecológico de los Paisajes que junto con el análisis ya realizado de las particularidades de estos mediante la aplicación de índices sintéticos como la estabilidad, sensibilidad y la modificación antrópica, constituyen la base para confeccionar el mapa del Diagnóstico Geoecológico de los Paisajes (Brugnolli et al., 2022; Brugnolli y Salinas, 2021; García et al., 2019; Miravet et al., 2014).

Para cumplir con estas tareas muchos métodos pueden ser utilizados, como son: establecer la relación entre los problemas y la calidad ambientales, la determinación del estado ambiental del territorio mediante el uso de indicadores geoecológicos seleccionados o la evaluación de los impactos humanos sobre las unidades de paisaje (Bollo y Velazco, 2018; García et al., 2019).

Sin embargo, la mayor parte de las propuestas metodológicas utilizadas se basan en el uso de:

- Indicadores obtenidos en la fase de análisis de los paisajes como: diversidad, complejidad, singularidad, etc. (López et al., 2020).
- Indicadores que reflejan la acción humana sobre los paisajes, como son: naturalidad (Machado, 2004), Coeficiente de Transformación Antropogénica (Curra et al., 2020; Mateo, 2011), Índice de Antropización de la Cobertura Vegetal (Shishenko, 1988) o la evaluación de la sensibilidad de los paisajes a partir del análisis de la relación entre su estabilidad potencial y tecnogénica (Acevedo, 1996), entre otros.

- Indicadores que evalúan la eficiencia en el uso de los paisajes, también conocida como compatibilidad de uso, mediante la comparación entre su uso potencial y su uso actual.
- Indicadores que evalúen la presión humana sobre los paisajes y los posibles riesgos e impactos debido al uso actual o futuro, como la dinámica del uso y ocupación de la tierra y la fragilidad ambiental, entre otros (Ferreira et al., 2018; Fontanetti et al., 2023).
- Indicadores que evalúen el cumplimiento de funciones específicas por los paisajes, como la calidad y disponibilidad de agua, calidad del suelo y biodiversidad entre otros (Brugnolli et al., 2020; Moreira y Silva, 2022).

En muchas ocasiones se puede utilizar una combinación de los indicadores previamente presentados o el cálculo de un índice agregado elaborado a partir de estos, dando pesos diferenciados a cada uno de ellos de acuerdo con diversos métodos, tales como: Sistemas de Expertos, Jerarquía Analítica o alguna técnica de Análisis Multicriterio, apoyada en el uso de los Sistemas de Información Geográfica y el trabajo de campo.

Algunos autores mencionan al diagnóstico ambiental como sinónimo del diagnóstico de los paisajes o geoecológico, siendo posible señalar como la diferencia fundamental, que los diagnósticos de paisaje o geoecológicos “si o si” se elaboran a partir de un mapa de unidades de paisaje que sirve para establecer el pronóstico y el modelo de desarrollo futuro de los mismos en el marco de la planificación ambiental y territorial (La O et al., 2012; Mateo y Silva, 2018), mientras que los diagnósticos ambientales son realizados de diversas maneras como son: el análisis de la dinámica del uso del suelo (Tonial et al., 2005), el análisis de la calidad de alguno de los elementos que constituyen los paisajes como la calidad del agua o del suelo (Brugnolli et al., 2020), mediante el estudio de la fragilidad ambiental (Ferreira et al., 2018) o el análisis de algún componente del paisaje de forma individual, principalmente geología y relieve (Miranda, 2013), o mediante los llamados estudios del Estado del Medio Ambiente propuestos por organismos internacionales y que utilizan unidades ambientales o biofísicas para realizar dicho diagnóstico ambiental (Bollo et al., 2014; Bollo y Velasco, 2018; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2007), (ver Figura 6 y Tabla 2).

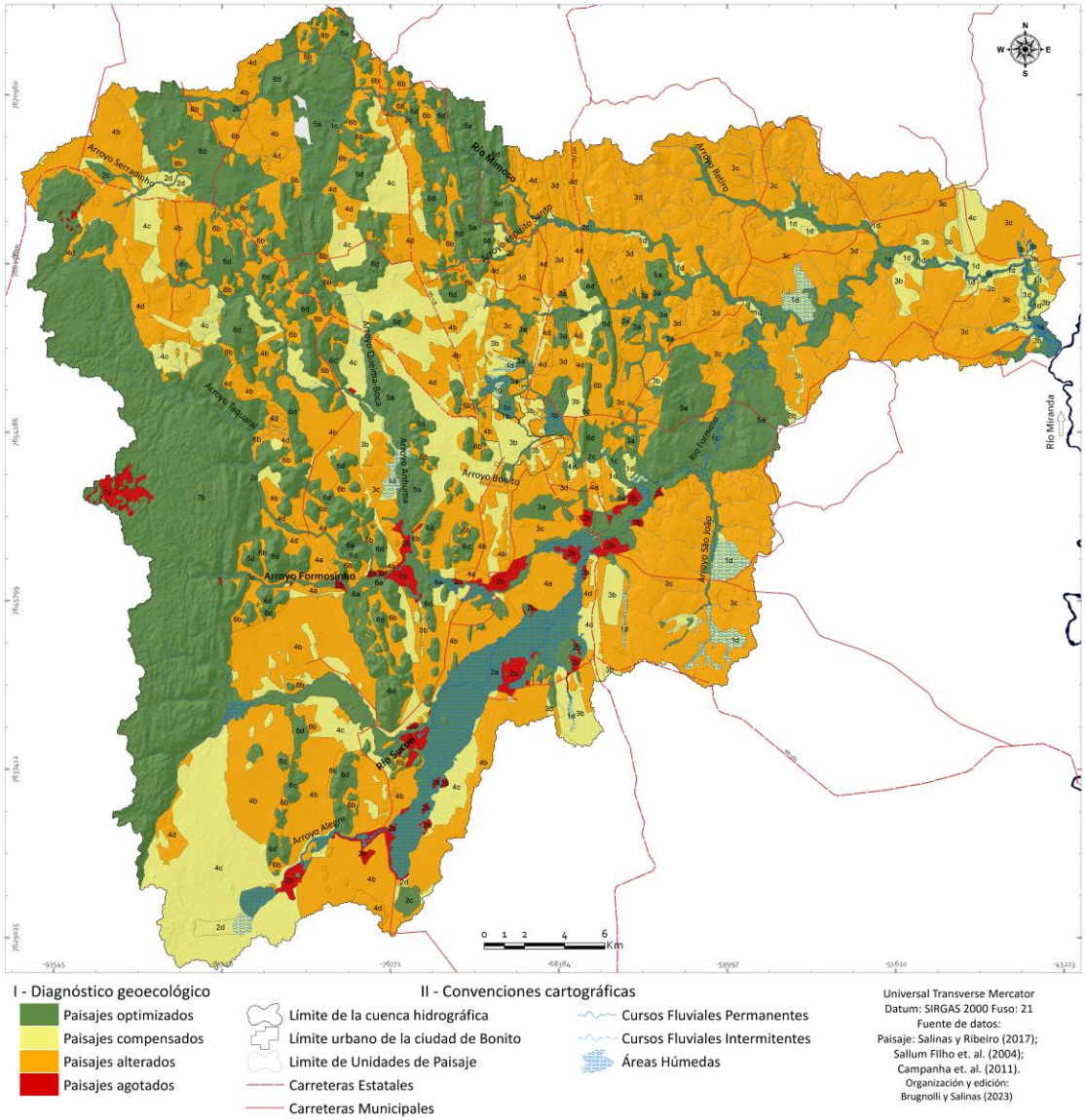


**Figura 6.** Diagnostico de los Paisajes de la cuenca del río Formoso, Bonito, MS/Brasil

Fuente: Brugnolli et al., 2022

**Tabla 2.** Síntesis del Diagnóstico Geoecológico de las unidades de paisaje de la cuenca hidrográfica del rio Formoso, Bonito/MS, Brasil

| Unidad de Paisaje | | Uso potencial del suelo | Uso actual | Conflictos de uso del suelo | Riesgos ambientales | Problemas ambientales | Estado geoecológico | Diagnóstico geoecológico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Nível | 2 Nível | | | | | | | |
| I | 1a | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Ausentes | Estable | Optimizado |
| | 1b | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Un vertedero; un atractivo turístico | Dos áreas con erosión fluvial; un punto donde la carretera cruza el cauce del río. | Estable | Optimizado |
| | 1c | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Tres atractivos turísticos | Erosión laminar; una estación depuradora de aguas residuales; dos puntos donde el agua se utiliza para abastecer presas; siete vertederos de residuos sólidos y cinco puntos donde las carreteras cruzan el cauce del río. | Estable | Optimizado |
| | 1d | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos con vegetación forestal fragmentada | Conflicto bajo | Ausentes | Dos áreas con erosión laminar y tres con erosión fluvial. | Moderadamente estable | Compensado |
| II | 2a | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal y campestre | Sin conflicto | Siete atractivos turísticos | Un vertedero de residuos sólidos, un punto donde el agua se utiliza para abastecer presas, un área de erosión lineal y cuatro puntos donde las carreteras cruzan el cauce del río. | Estable | Optimizado |
| | 2b | Restauración de la vegetación e inadecuada para cualquier otro uso. | Pastos con pequeñas áreas de cultivo | Conflicto muy alto | Un atractivo turístico | Cuatro áreas de erosión laminar y cinco de erosión lineal, cuatro puntos donde las carreteras cruzan el lecho del río | Crítico | Agotado |
| | 2c | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Un área de erosión lineal y dos puntos donde el agua superficial se utiliza para el abastecimiento. | Estable | Optimizado |
| | 2d | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos y plantaciones de soya | Conflicto bajo | Ausentes | Ausentes | Moderadamente estable | Compensado |
| III | 3a | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Un área de erosión lineal y un punto donde la carretera cruza el cauce del río. | Estable | Optimizado |
| | 3b | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos y plantaciones de soya | Conflicto medio | Una estación de tratamiento de residuos; y dos silos de almacenamiento | Un punto donde la carretera cruza el lecho del río. | Moderadamente estable | Compensado |
| | 3c | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos | Conflicto medio | Ausentes | Diez áreas de erosión laminar y ocho de erosión lineal y seis puntos donde las carreteras cruzan el cauce del río. | Moderadamente estable | Alterado |
| | 3d | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos con vegetación forestal fragmentada | Conflicto medio | Ausentes | Tres puntos con vertido de residuos, tres áreas de erosión fluvial, veinte de erosión laminar y seis de erosión lineal; cuatro puntos con carreteras que cruzan el cauce del río | Inestable | Alterado |
| IV | 4a | Pastos con medidas de conservación. | Plantaciones de soya y pastos | Conflicto alto | Ausentes | Dos áreas de erosión laminar y seis de erosión lineal. | Moderadamente estable | Alterado |
| | 4b | Pastos con medidas de conservación. | Plantaciones de soya | Conflicto alto | Un atractivo turístico | Tres áreas de erosión laminar y siete de erosión lineal, un punto en el que la carretera cruza el lecho del río | Inestable | Alterado |
| | 4c | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos | Conflicto medio | Cinco atractivos turísticos; y una planta de masa asfáltica | Un vertedero de residuos sólidos, un punto con desvío de agua de los cursos fluviales para abastecer presa, un área de erosión fluvial y cuatro de erosión laminar. | Moderadamente estable | Alterado |
| | 4d | Prácticas agrícolas extensivas. | Pastos y plantaciones de soya | Conflicto medio | Una zona de extracción de arena y grava | Dos áreas de erosión laminar y siete de erosión fluvial | Inestable | Alterado |
| V | 5a | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Seis áreas de erosión laminar y una de erosión lineal, cinco puntos donde las carreteras cruzan el cauce del río | Estable | Optimizado |
| VI | 6a | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Ausentes | Estable | Optimizado |
| | 6b | Pastos con medidas de conservación. | Pastos y plantaciones de soya | Conflicto alto | Una zona de contención de ganado | Un vertedero de residuos sólidos; un punto con desvío del curso fluvial, siete áreas con erosión laminar y cuatro con erosión lineal; un punto donde la carretera cruza el cauce del río. | Inestable | Alterado |
| | 6c | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Ausentes | Estable | Optimizado |
| | 6d | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Cuatro atractivos turísticos; y un depósito de pienso para el ganado | Dos áreas con erosión laminar y un punto donde la carretera cruza el lecho del río | Estable | Optimizado |
| VII | 7a | Restauración de la vegetación e inadecuada para cualquier otro uso. | Pastos | Conflicto muy alto | Ausentes | Erosión laminar, erosión lineal y áreas de pasto en zonas de la Unidad de Conservación - PARNA Sierra de Bodoquena | Crítico | Agotado |
| | 7b | Conservación de la vegetación forestal. | Vegetación forestal | Sin conflicto | Ausentes | Ausentes | Estable | Optimizado |

**Fuente:** los autores

### 3.4 Fase de Pronóstico y Propuesta

Aunque en algunos casos esta fase constituye un rompimiento parcial con el proceso que se viene realizando en las fases anteriores, al no tomar en cuenta muchos de los aspectos y problemas antes evaluados especialmente los físico-geográficos, pues se trabaja con variables claves que pueden o no ser naturales. Es una fase muy importante, pues su objetivo fundamental es determinar aquellas variables que indican la presión humana sobre el territorio como pueden ser la antropización de los paisajes, el aumento de la presión humana sobre estos por el crecimiento demográfico, cambio del uso del suelo, construcción de infraestructura vial y aumento del número de turistas, entre otros, y realizar el análisis del comportamiento espacial de las mismas para los diferentes escenarios a construir.

El pronóstico de los paisajes entonces puede ser definido como las investigaciones dirigidas a esclarecer las tendencias naturales y antrópicas, las dimensiones y los cambios de los componentes y procesos naturales y sociales que ocurren en los paisajes sobre la base del análisis de su estructura, dinámica y funcionamiento en el pasado y en los momentos actuales, para poder predecir con anticipación las tendencias futuras de su desarrollo (tendencias en el régimen de modificación, en las condiciones del medio físico y en las condiciones bióticas) y establecer las recomendaciones para su uso y conservación (Bastian y Syrbe, 2002; López et al., 2010; Mateo, 2011).

Existen muchas dificultades para realizar el pronóstico sobre el posible desarrollo de los paisajes pues en comparación con los procesos naturales que ocurren en los mismos que son muy lentos, los procesos de modificación causados por las actividades humanas son mucho más rápidos y de una extensión espacial mayor, lo que está asociado con los cambios ambientales ocurridos en nuestro planeta en el último siglo en particular. Además de esto en muchos casos aun no entendemos bien el comportamiento de los procesos en los paisajes en el pasado y su expresión en los paisajes que hoy conocemos.

Esto ocasiona el principal problema del pronóstico de los paisajes que es la proyección de su desarrollo futuro sobre la base del conocimiento y las condiciones ambientales del presente.

Para esto se han desarrollado diferentes métodos entre ellos el más conocido es la descripción semántica de los escenarios y su visualización gráfica, considerando que el mayor problema con los escenarios es que ellos son una mera colección de

suposiciones, los que sin embargo deben ser realizados, pues la dirección del desarrollo futuro de los paisajes está determinada por decisiones presentes de la sociedad, los escenarios pueden también ser usados para encontrar los paisajes deseados para el futuro (Parrott y Meyer, 2012; Pettit et al., 2006).

En las últimas décadas con el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica y otras herramientas, es posible la simulación del desarrollo de los paisajes de forma más precisa, mediante la modelización con algoritmos ecológicos, modelos matemáticos o experimentales y el empleo de la analogía y extrapolación, los que pueden ser combinados con Sistemas de Expertos y matrices FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), para determinar las variables a utilizar, establecer el escenario deseado y la probabilidad de cambio, el cambio de valor y el cambio de carácter, como propone el estudio realizado en la Comunidad de Aragón en España en el año 2010 (López et al., 2010), la propuesta de Ibáñez et al. (2023) para los estudios de futuro en áreas naturales protegidas o la comparación de escenarios de los paisajes para la propuesta de zonificación en el Parque Nacional Viñales, Cuba (Geneletti et al., 2010).

En esta fase se incluye además la propuesta del Modelo de Uso y Ocupación del Suelo, Modelo de Ordenamiento Territorial o Modelo de Uso de los Paisajes, que constituye una imagen del sistema territorial representada sobre un mapa y sustentada en el análisis, diagnóstico y pronóstico anteriormente analizados, en el cual se muestran de forma sintética y simplificada las relaciones entre el medio físico, la población, la infraestructura y la estructura y funcionamiento del territorio (Gómez y Gómez, 2013).

Este modelo incluye las propuestas de zonificación funcional (tipos de uso propuesto) y de zonificación ambiental (políticas y lineamientos ambientales a tomar en cuenta) lo que ha sido ampliamente explicado por diversos autores e instituciones en las últimas décadas (Lee, 2021; Navarro, 2019; Ontivero et al., 2008; Ramón et al., 2023; Silva y Santos, 2011), (ver Tabla 3).

**Tabla 3.** Escenarios y Propuestas para la gestión de los paisajes de la cuenca del río Formoso, Bonito/MS, Brasil

| Diagnóstico geoecológico | **Escenario tendencial** | **Escenario deseado con la aplicación de las propuestas** | **Propuestas generales** |
|---|---|---|---|
| Paisajes optimizados | - Tendencia a eliminar la vegetación en el curso medio y bajo afectando la estabilidad geoecológica.<br>- Entrada de cultivos y pastos en zonas legalmente restringidas, como llanuras y colinas residuales.<br>- Incremento de los paisajes degradados y de la turbidez de las aguas con aumento de los procesos de denudación, disminución de los ríos permanentes y de la capacidad hídrica del río Formoso.<br>- En la Estación Depuradora de Aguas Residuales hay tendencia al aumento de la demanda y mayor vertido de residuos al río. | - Mantenimiento del uso actual y de la biodiversidad, lo que tendrá efectos positivos en el microclima regional.<br>- Atractivos turísticos con acciones de señalización acerca del cuidado de las tobas calcareas (travertinos), peces, vegetación acuática y la calidad ambiental.<br>- Establecimiento de puentes para el paso de las carreteras sobre los manantiales, favoreciendo el flujo natural, lo que ayudará a los cursos permanentes y reducirá la ocurrencia de la turbidez.<br>- Mejorar el tratamiento de los efluentes de la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales y reducir la eliminación de residuos sólidos. | - Mantenimiento de los remanentes forestales.<br>- Priorizar acciones de educación ambiental en los atractivos turísticos.<br>- Construcción de puentes que crucen los cursos fluviales.<br>- Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales.<br>- Tratamiento intensivo de los residuos de la Estación Depuradora de Aguas Residuales.<br>- Preservación de las áreas cársticas y de los tobas calcareas (travertinos) |
| Paisajes compensados | - Mantenimiento de los usos actuales y entrada de nuevos cultivos en los sectores del curso medio.<br>- Falta de ordenamiento territorial lo que provoca el aumento del arrastre de sedimentos incrementando los procesos erosivos existentes o generando otros nuevos.<br>- Avance de los pastos sobre las áreas de preservación permanente, originando el azolvamiento de los manantiales.<br>- Aumento de los residuos sólidos lo que provoca la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas. | - Adecuada gestión de los pastos, lo que contibuirá al aumento de la infiltración y disminución de la compactación del suelo.<br>- Reducción del vertido de residuos sólidos.<br>- Control y/o minimizados de los procesos erosivos usando la vegetación para garantizar la infiltración del agua.<br>- Carreteras con correcto sistema de drenaje con zanjas laterales bien hechas que dirijan el agua de lluvia a cajas de retención, lo que reducirá el arrastre de sedimentos.<br>- Mejoramiento de los cursos fluviales permanentes. | - Pueden ser utilizados los suelos de acuerdo con su potencial. Debe realizarse el manejo agricola siguiendo las curvas de nivel, rotación de los animales en los potreros, mejoramiento de los pastos y establecer medidas de protección de los suelos.<br>- En áreas erosionadas, se requiere la introducción de vegetación, dejándolas en barbecho para recuperar el valor geoecológico.<br>- Control y fiscalización de la disposición de residuos sólidos. |
| Paisajes alterados | - El mantenimiento del uso de agroquímicos puede causar daños en las aguas superficiales y subterráneas, además de la contaminación del suelo.<br>- Aumento del arrastre de sedimentos debido a la escorrentía superficial principalmente en época de lluvias y aumento de la ocurrencia de la turbidez de los ríos.<br>- Colmatación de los cursos fluviales.<br>- Procesos erosivos avanzados, degradando el área y aumentando el volumen de sedimentos transportados. | - Gestión de los cultivos siguiendo las curvas de nivel e intercalando estos para reducir la compactación del suelo y aumentar la infiltración del agua de lluvia.<br>- Desarrollo del pastoreo siguiendo las curvas de nivel para aumentar la infiltración del agua en el suelo y disminuir su compactación.<br>- En zonas con restricciones legales, realizar la recomposición de la vegetación y el aumento de la permanencia de los cursos fluviales para reducir la ocurrencia de la turbidez.<br>- Conservar los afloramientos rocosos diversos y las tobas calcareas (travertinos). | - Gestión de los cultivos, como la siembra directa, para minimizar que el agua de lluvia llegue directamente al suelo.<br>- Cosechas intercaladas para evitar grandes superficies de suelo expuesto durante la estación de lluvias.<br>- Controlar el uso de agroquímicos.<br>- Laboreo según las curvas de nivel y establecer balsas de contención.<br>- Inserción de vegetación en áreas erosionadas dejándolas en barbecho, para recuperar el valor geoecológico.<br>- Control de la inestabilidad de las áreas cársticas. |
| Paisajes agotado | - Aumento de la intensidad y el alcance de las acciones humanas.<br>- La vegetación forestal y los cursos fluviales son impactados negativamente.<br>- Reducción de la capacidad hídrica de la zona pantanosa del río Formoso por la adición de agroquímicos.<br>- Aumento de la impermeabilización del suelo y del arrastre de sedimentos, aumentando la turbidez de los ríos. | - Recuperar la vegetación forestal.<br>- Recuperación de la biodiversidad, lo que tendrá efectos positivos sobre la fauna, la flora y el microclima regional.<br>- Reducción de la escorrentía superficial, lo que provocará una disminución de los procesos erosivos.<br>- Mejoramiento de los cursos fluviales permanentes y reducción de la turbidez.<br>- Calidad aceptable del agua.<br>- Impactos positivos sobre los sistemas: natural, social y económico de Bonito. | - Cambio total de los usos actuales.<br>- Recuperación de sus valores geoecológicos mediante la restauración de la vegetación forestal, posibilitando la conservación de los tobas calcareas (travertinos) y afloramientos rocosos.<br>- Monitorear la calidad de los valores escénicos de las aguas para obtener cambios positivos con prácticas de conservación y mejoramiento de los suelos y las áreas carsticas. |

Fuente: Brugnolli et al., 2022

## 3.5 Fase de Gestión del Territorio

La gestión del territorio (gestão territorial, territorial management, amenagement du territoire), debe ser vista como un proceso, que forma parte del Plan de Ordenamiento de un espacio geográfico determinado y que debe ir encaminada a la conducción, administración y control del uso del territorio, mediante determinados instrumentos, reglamentos, normas, financiamiento y disposiciones institucionales y jurídicas, que es desarrollada mediante una serie de etapas que a saber son: designación de la entidad administrativa para el establecimiento del plan, definición del Sistema de Gestión (expresado en términos de los flujos de decisiones e información), las normas de funcionamiento, la programación y puesta en marcha de las medidas del mismo y finalmente la realización de la evaluación "ex post" del plan, en función de la cual se iniciará la formulación del futuro plan que dará continuidad indefinida al proceso de ordenación del territorio (Allemand et al., 2008; Gómez y Gómez, 2013; Mateo, 2008). Siendo posible entonces definirla como:

> el conjunto de prácticas organizadas y ordenadas jerárquica y temporalmente, con sentido sistémico y dinámico, destinadas a intervenir en el ámbito territorial, que deben considerar la dinámica y la variabilidad propia del territorio e incorporar los atributos de incertidumbre y certeza. (González, 2011, p. 47)

La gestión del territorio fundamentada en la concepción integradora del paisaje geográfico, como entidad holística y sistémica, permite utilizar las unidades de paisaje como base para la propuesta de usos ambientalmente compatibles para cada territorio y establecer las medidas para su utilización en el marco de asegurar la sustentabilidad a largo plazo de los recursos y el medio ambiente (Parrott et al., 2012; Salinas, 2022; Sigarreta, 2012)

En esta etapa se proponen las Unidades de Gestión Territorial o Ambiental que representan la unidad mínima del territorio a la que se le asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas y que posee condiciones de homogeneidad de sus paisajes, atributos físico-bióticos y socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común.

Estas representan la unidad estratégica de gestión que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio (Franch et al., 2018; Rubio y Muñoz, 2008; Sigarreta y Rodríguez, 2013).

## 4. Conclusiones

Aunque mucho se ha escrito sobre la planificación y gestión del territorio, así como del uso de diversos enfoques para su realización, queda aún mucho por hacer para implementarlo tomando en cuenta la necesidad de utilizar unidades de integración espacial que permitan realizar el análisis, diagnóstico y pronóstico de las mismas con vistas a establecer la propuesta de las unidades de gestión, los usos ambientalmente recomendados y las limitantes para su uso en el marco de lograr la sustentabilidad a mediano y largo plazos.

A partir de los trabajos realizados durante varios años por los autores en la cuenca del rio Formoso en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil y del análisis de otras propuestas metodológicas desarrolladas por otros autores, proponemos el uso de los principios, métodos y técnicas de la Geoecología sustentados en la delimitación, clasificación y cartografía de las unidades de paisaje del territorio como base para la realización de la propuesta para su gestión.

La que se sustenta en la necesidad de considerar para estos estudios varias fases que son: inventario y caracterización de los paisajes, análisis, diagnostico, pronostico y propuesta y finalmente la fase de gestión, las cuales son descritas en el artículo en cuanto a sus objetivos, indicadores y métodos a utilizar para su realización, ejemplificando todo esto en el estudio de los paisajes de la cuenca hidrográfica del rio Formoso en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, donde fueron obtenidos resultados muy interesantes con su aplicación.

La primera fase de inventario y caracterización se sustenta en el estudio de los componentes y procesos naturales del paisaje y culmina con la confección del mapa de unidades de paisaje a la escala determinada y con el enfoque de clasificación seleccionado en función de esta. Para lo cual los SIG han demostrado gran utilidad tanto para el procesamiento de la información disponible y la superposición de mapas, así como para la cartografía final del mapa de paisajes, el que debe ir acompañado de una matriz de caracterización de las unidades allí representadas y de la caracterización

socioeconómica del territorio, como se muestra en el mapa de las unidades de paisaje diferenciadas en la cuenca estudiada y la Tabla 1 que lo acompaña.

La fase de análisis como la proponemos se sustenta en la selección y aplicación de diversos indicadores que nos permiten comprender de forma adecuada la estructura, funcionamiento, dinámica, evolución y antropización de los paisajes en el territorio bajo estudio, en este caso en este articulo a manera de ejemplo presentamos el uso de cuatro indicadores que son: naturalidad, singularidad, diversidad y complejidad, que nos permiten señalar que la cuenca estudiada atendiendo a sus características naturales y su utilización por las actividades humanas presenta una notable diversidad, singularidad y complejidad de sus paisajes, que se relaciona principalmente con la existencia de un sistema cárstico y una naturalidad baja con excepción de la Sierra de Bodoquena al oeste, por el desarrollo intensivo en las últimas décadas de la agricultura y la ganadería.

El diagnóstico realizado en la cuenca del rio Formoso, MS, Brasil permitió establecer el estado en que se encuentran los paisajes del área tomando en consideración la capacidad de estos para el desarrollo de las diversas actividades socioeconómicas actuales y propuestas a desarrollar, los conflictos de uso existentes y los principales problemas y riesgos ambientales, lo que se sintetiza en el mapa del diagnóstico geoecológico y la Tabla 2, quedando clasificados en cuatro tipos que son: paisajes optimizados que abarcan el 38.8% del área de la cuenca, los paisajes compensados que representan el 14.91%, los paisajes alterados con el 43.90% y los paisajes agotados el 1.39%.

En la fase de pronóstico y propuesta hemos resumido algunos de los enfoques más actualizados para estos estudios que se basan en las posibilidades de los SIG y otras técnicas para realizar el análisis del futuro desarrollo de los paisajes en el ejemplo de la cuenca hidrográfica aquí estudiada y que combinado con los resultados de las fases anteriores nos permitieron establecer aquellas variables que indican la presión humana sobre el territorio y realizar el análisis del comportamiento de las mismas para los diferentes escenarios estudiados cuyos resultados se muestran en la Tabla 3 donde se presentan los escenarios tendencial y deseado y se realizan una serie de propuestas generales y específicas que buscan alcanzar la sustentabilidad ambiental, económica y social de la cuenca a mediano y largo plazos.

Finalmente, y a manera de propuesta metodológica señalamos para la fase de gestión algunas ideas de cómo llevarla a cabo y los contenidos básicos de la misma que servirán

de sustento para la determinación de las Unidades de Gestión Ambiental de la cuenca del rio Formoso, MS, Brasil, en lo que estamos trabajando ahora.

## 5. Referencias bibliográficas

Acevedo, P. (1996). *Análisis de los paisajes del archipiélago Sabana–Camagüey, Cuba* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de La Habana.

Allemand, S., Frémont, A., y Heurgon, E. (2008). *Amenagement du territoire. Changement de temps, changement d'espace.* Presses universitaires de Caen.

Antrop, M. (2000). Geography and landscape science. *Belgeo. Revue Belge de Géographie, 1-2-3-4*(2000), 9-36. https://doi.org/10.4000/belgeo.13975

Aramburu, M., y Escribano, R. (2014). *Guía para la elaboración de estudios del Medio Físico*. Fundación Conde del Valle de Salazar, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Areces, A., y Salinas, E. (2022). Fundamentos teórico metodológicos para la regionalización de los paisajes marino costeros del archipiélago cubano. En E. Salinas, y L. Seolin (Orgs.), *Cartografia Biogeografica e da Paisagem* (pp. 151-186). Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista.

Bastian, O., y Syrbe, R. (2002). Landscape prognosis: future landscapes. En O. Bastian, y U. Steinhardt (Eds.), *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (pp. 195-203). Kluwer Academic Publishers.

Bastian, O., Krönert, R., y Lipský, Z. (2006). Landscape diagnosis on different space and time scales – a challenge for landscape planning. *Landscape Ecology*, *21*, 359-374. https://doi.org/10.1007/s10980-005-5224-1

Bastian, O., Syrbe, R., Rosenberg, M., Rahe, D., y Grunewald, K. (2013). The five pillar EPPS framework for quantifying, mapping and managing ecosystem services. *Ecosystem Services*, *4*, 15-24. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.04.003

Bertrand, C., y Bertrand, G. (2006). *Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje, Granada.* Universidad de Granada.

Bollo, M. (2017). La Geografía del Paisaje y la Geoecología. Teoría y Enfoques. En M. Checa, y P. Sunyer (Coords.), *El Paisaje: Reflexiones y Métodos de Análisis* (pp. 125-151). Universidad Autónoma Metropolitana y Ediciones del Lirio. https://tinyurl.com/3bjntm42

Bollo, M., Hernández, J., y Méndez, A. (2014). The state of the environment in Mexico. *Central European Journal of Geosciences, 6*(2), 219-228. https://doi.org/10.2478/s13533-012-0172-1

Bollo, M., y Velasco, W. (2018). El Estado del Medio Ambiente en Michoacán de Ocampo. México. *Cuadernos Geográficos*, *57*(3), 118-139. https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i3.6504

Brabyn, L. (2009). Classifying landscape character. *Landscape Research*, *34*(3), 299-321. https://doi.org/10.1080/01426390802371202

Braz, A., Oliveira, I., Cavalcanti, L., Almeida, A., y Salinas, E. (2020). Análisis de Clúster para tipología de paisaje. *Mercator*, *Fortaleza*, *19*, e19011. https://tinyurl.com/yc4fvtep

Brito, R., Salinas, E., y Mirandola, P. (2023). Los paisajes de la cuenca hidrográfica del Alto Taquari (MS) Brasil, como fundamento para la planificación y gestión de áreas protegidas. *Caminhos de Geografia*, *24*(93), 153–174. https://doi.org/10.14393/RCG249365229

Brugnolli, R., y Salinas, E. (2021). Estado geoecológico das paisagens da bacia hidrográfica do córrego Formosinho, Bonito/MS – Brasil: bases para a gestão territorial. *Geofronter*, *7*, 1-26. https://tinyurl.com/yd7emy8t

Brugnolli, R., Berezuk, A., Pinto, A., Boin, M., y Alves, L. (2020). O carste e a qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Sucuri, Bonito/MS.

*Caderno de Geografia*, *30*(61), 499-514. https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2020v30n61p499

Brugnolli, R., Salinas, E., Silva, C., y Berezuk, A. (2022). Geoecological diagnosis of landscapes of the Formoso River Watershed, Bonito/MS, Brazil. *Environmental Earth Sciences*, *81*(174). https://doi.org/10.1007/s12665-022-10247-6

Brugnolli, R., y Silva, C. (2023). *Atlas Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito-Mato Grosso do Sul/Brasil, Bonito e Jardim-Mato Grosso do Sul.* Pedro & João Editores.

Brugnolli, R., Silva, C., Salinas, E., y Berezuk, A. (2023). Landscapes of the Formoso river watershed, Mato Grosso do Sul – Brazil. *Journal of South American Earth Sciences, 121*, 104121. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104121

Cavalcanti, L. (2014). *Cartografia de paisagens: Fundamentos*. Oficina de Textos.

Cavalcanti, L., y Corrêa, A. (2013). Problemas de hierarquização espacial e funcional na ecologia da paisagem: uma avaliação a partir da abordagem geossistêmica. *Geosul*, *28*(55), 143-162. https://doi.org/10.5007/13162

Curra, E., Salinas, E., García, A., y Suarez, A. (2020). Diagnóstico ambiental de zonas costeras en Cuba: caso de estudio sector costero Quibú-Almendares, municipio Playa, La Habana, Cuba. En M. Ferreira (Org.), *Ferramentas ambientais aplicadas ao planejamento de cidades sustentáveis: da geoconservação às adaptações às mudanças climáticas* (pp. 283-310). Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista. https://tinyurl.com/j7b5rznu

Ferreira N., Ferreira, C., Caccia, I., y Piroli, E. (2018). O uso do mapa de fragilidade ambiental como ferramenta de auxílio ao adequado ordenamento territorial em bacias hidrográficas. En J. Pinê, S. Medina, y F. Moço (Orgs.), *Análise ambiental: abordagem interdisciplinar aplicada aos recursos hídricos* (pp. 11-24). Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista. https://tinyurl.com/2hjwvdur

Fontanetti, A., Salinas, E., y Pinto, A. (2023). Impactos ambientais nas unidades da paisagem da bacia hidrográfica do córrego Bebedouro, Três Lagoas e Selvíria/MS, em 2022. *Revista eletrônica da AGB Seção Três Lagoas* [manuscrito inédito].

Franch; I., Martínez, L., Fuentes, J., Rosete, F., y Cáncer, L. (2018). Integrando metodologías para una óptima gestión del paisaje. Una experiencia en el ordenamiento territorial de Morelia, Michoacán (México). *Revista Geográfica de América Central*, 3(61E), 77-96. https://doi.org/10.15359/rgac.61-3.4

Gagarinova, O., y Kovalchuk, O. (2010). Assessment of anthropogenic impacts on landscape-hydrological complexes. *Geography and Natural Resources, 31*(3), 291-295. https://doi.org/10.1016/j.gnr.2010.09.016

García, A., Miravet, B., Salinas, E., y Domínguez, A. (2019). A cartografia das paisagens com sistemas de informação geográfica, como base para o diagnostico geoecológico da bacia hidrográfica do rio Ariguanabo, Cuba. *Revista da ANPEGE*, *15*(27), 169-194. https://doi.org/10.5418/RA2019.1527.006

Geneletti, D., Salinas, E., Marchi, A., y Orsi, F. (2010). Designing and comparing zoning scenarios for the Viñales National Park, Cuba. *GEOSIG*, (2), 164-185. https://tinyurl.com/5x9fcnfp

Glushko, B., y Ermakov, Y. (1988). Evaluación geoecológica del impacto antropogénico sobre los paisajes contemporáneos a partir de sensores remotos. *La Naturaleza y sus Recursos, 2-4*, 32-44.

Gómez, D., y Gómez, A. (2013). *Ordenación Territorial.* MundiPrensa.

Gómez, J., Riesco, P., Frolova, M., y Rodríguez, J. (2018). The landscape taxonomic pyramid (LTP): a multi-scale classification adapted to spatial planning, *Landscape Research*, *43*(7), 984-999. https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1404021

González, L. (2011). *Gestión del territorio: un método para la intervención territorial*. Universidad de Chile. https://tinyurl.com/3p647acy

Haase, G. (1990). Approaches to and methods of landscape diagnosis as a basis of landscape planning and landscape management. *Ekológia, 9*, 11–29.

Haase, D., y Haase, G. (2002). Approaches and methods of landscape diagnosis. En O. Bastian, y U. Steinhardt (Eds.), *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (pp. 113-122.). Kluwer Academic Publishers.

Huesca, M., Riaño, D., y Ustin, S. (2019). Spectral mapping methods applied to LIDAR data: Application to fuel type mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *74*, 159–168. https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.08.020

Ibáñez, A., La Torre, M., y Díaz, F. (2023). Métodos de prospectiva estratégica y participación local en el análisis de estudios de futuro en áreas naturales protegidas. *Estudios Geográficos*, *84*(294), e125. https://doi.org/10.3989/estgeogr.2023131.131

Isachenko, A. (1973). *Principles of Landscape Science & PhysicaI Geographic Regionalization.* Melbourne University Press.

La O, J., Salinas E., y Licea, J. (2012). Aplicación del diagnóstico geoecológico del paisaje en la gestión del turismo litoral. Caso Destino Turístico Litoral Norte de Holguín, Cuba. *Investigaciones Turísticas,* (3), 1-18. https://doi.org/10.14198/INTURI2012.3.01

Laterra, P., Jobbágy, E., y Paruelo, J. (2011). *Valoración de servicios ecosistemicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial.* INTA.

Lee, Y. (2021). A Study on the Introduction of Zoning in Biosphere Reserves: Focusing on the Laws Related Protected Areas. *Journal of People, Plants, and Environment, 24*(1), 95-105. https://doi.org/10.11628/ksppe.2021.24.1.95

Lingner, E., y Carl, F. (1955). Uber die Forschungsarbeit Landschaftsdiagnose der DDR. *Stadtebau und Siedlungswesen*, 211–220.

López, R., López, I., Martin, J., Sánchez, P., Sastre, A., y Palomino, M. (2010). *Mapa de Paisaje de la Comarca de Tarazona y El Moncayo.*

López, M., Tejedor, A., y Linares, M. (2020). Indicadores de paisaje: evolución y pautas para su incorporación en la gestión del territorio.*Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, *52*(206), 719-738. https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.206.01

Machado, A. (2004). An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation, 12*(2), 95-110. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2003.12.002

Mannsfeld, K. (1985). Landschafts Diagnose als Beitrag zur Charakteristik des Landschaftswandels. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. *Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, *117*, 57–70.

Martinelli, M., y Pedrotti, F. (2001). A cartografia da unidade de paisagem: questões metodológicas. *Revista do Departamento de Geografía, 14*, 39-46. https://doi.org/10.7154/RDG.2001.0014.0004

Mata, R., y Sanz, C. (2003). *Atlas de los Paisajes de España*. Ministerio de Medio Ambiente de España.

Mata, R., y Tarroja, A. (2006). *El paisaje y la Gestión del Territorio. Criterios Paisajísticos en la Ordenación del Territorio y el Urbanismo.* Diputación de Barcelona.

Mateo, J. (2008). *Planificación Ambiental*. Editorial Félix Varela.

Mateo, J. (2011). *Geografía de los Paisajes. Primera parte: Paisajes naturales*. Editorial Universitaria.

Mateo, J., Salinas, E., y Guzmán, J. (2022). El análisis de los paisajes como fundamento para la planificación de los territorios, *Entre Lugar*, *13*(25), 174-189. https://doi.org/10.30612/rel.v13i25.15838

Mateo, J., y Silva, E. (2002). A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, (1), 95-112. https://tinyurl.com/mr3at9uu

Mateo, J., y Silva, E. (2018). *Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica*. Edições UFC.

Mateo, J., Silva, E., y Cavalcanti, A. (2017). *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Edições UFC.

Miranda, L. (2013). Diagnóstico geoecológico como subsídio ao planejamento ambiental na Ilha do Príncipe – São Tomé e Príncipe – África [Tesis de maestria, Universidad Federal de Ceara]. Repositorio Institucional niversidade Federal do Ceará. https://tinyurl.com/nhhrkshb

Miravet, B., García, A., Salinas, E., Cruañas, E., y Remond, R. (2014). Diagnóstico Geoecológico de los paisajes de la cuenca hidrográfica Ariguanabo, Artemisa, Cuba. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, *15*(1), 53-66. https://tinyurl.com/4xth2tz6

Moreira, A., y Silva, C. (2022). Avaliação do índice de geodiversidade na bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso - Jataí (GO). *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, *20*(2), 946-958. https://tinyurl.com/mnam3hmk

Mücher, C., Klijn, J., Wascher, D., y Schaminée, J. (2010). A new European Landscape Classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. *Ecological Indicators*, *10*(1), 87-103. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.03.018

Navarro, G. (2019). Zonificación ecológica: Unidades Ambientales Integradas (UAIs) como herramienta base de diagnóstico y gestión. *Acta Nova*, *9*(3), 417-428. https://tinyurl.com/4pjn4fdy

Neves, C., Salinas, E., Passos, M., Sanches, J., y Cunha, L. (2021). The Scientific Work on Landscape Analysis in Brazil: perspectives for an integrating debate. *Geo UERJ*, (39), e58389. https://doi.org/10.12957/geouerj.2021.58389

Nogué, J., Puigbert, L., y Bretcha, G. (2009). *Indicadors de paisatge. Reptes i perspectives.* Observatorio del Paisatge y Obra Social de Caixa Catalunya.

Ontivero, M., Martínez, J., González, V., y Echavarría, P. (2008). Propuesta metodológica de zonificación ambiental en la Sierra de Altomira mediante Sistemas de Información Geográfica. *Geofocus*. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica,* (8), 251-280. https://tinyurl.com/2rsa77fa

Palacio, J., Sánchez, M., Casado, J., Propin, E., Delgado, J., Velázquez, A., Chias, L., Ortiz, M., González, J., Negrete, G., Gabriel, J., y Márquez, R. (2004). *Indicadores para la caracterización del territorio y el ordenamiento territorial*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía y Secretaría de Desarrollo Social.

Parrott, L., Chion, C., Gonzalés, R., y Latombe, G. (2012). Agents, individuals, and networks: modeling methods to inform natural resource management in regional landscapes. *Ecology and Society, 17*(3), 32. http://dx.doi.org/10.5751/ES-04936-170332

Parrott, L., y Meyer, W. (2012). Future Landscapes: Managing within complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment, 10*(7), 382-389. https://doi.org/10.1890/110082

Pascual, I., Gutiérrez, F., Cimarras, A., Rodríguez, A., y García, A. (2022). Caracterización de la vegetación con apoyo de información de escáner láser aerotransportado (ALS) para la cartografía del paisaje. En E. Salinas, y L. Seolin (Orgs.), *Cartografia Biogeografica e da Paisagem* (pp. 267-282). Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista.

Pettit, C., Cartwright, W., y Berry, M. (2006). Geographical visualization: a participatory planning support tool for imagining landscape futures. *Applied GIS*, *2*(3) 22.1–22.17. https://tinyurl.com/3j7xf2u6

Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M., y Garrido, A. (2011). *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos*. Instituto Nacional de Ecología. https://doi.org/10.22201/ciga.9789688179239p.2011

Priego, A., y Esteve, M. (2017). Análisis de la complejidad y heterogeneidad de los paisajes de México. *Papeles de Geografía*, (63), 7-20. https://doi.org/10.6018/geografia/2017/259991

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial Geo 4: Medio Ambiente para el Desarrollo*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Grupo Mundi-Prensa. S.A. https://tinyurl.com/2rw5m6pa

Ramón, A., Bollo, M., y Salinas, E. (2023). La zonificación de Áreas Naturales Protegidas: el paisaje como fundamento para su implementación. *Finisterra*, *Revista Portuguesa de Geografía* [manuscrito inédito].

Ramón, A., Salinas, E., y Acevedo, P. (2012). *Modelo de Ordenamiento Ambiental desde la perspectiva del paisaje: Una propuesta para la cuenca alta del rio Cauto. Cuba.* Editorial Academia Española.

Rubio, P., y Muñoz, J. (2008). Gestión del paisaje en áreas de interés natural. *Cuadernos Geográficos*, *43*, 271-288. https://tinyurl.com/3f8etwtx

Ruiz, J., y Delgado, J. (2012). *La degradación ambiental de los paisajes en las cuencas Guanabo e Itabo, Cuba*. Editorial Academia Española.

Salas, E. (2002). *Planificación Ecológica del Territorio. Guía Metodológica*. Universidad de Chile y GTZ. https://tinyurl.com/v99yzcy5

Salinas, E. (1991). *Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional en Cuba* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de La Habana, Cuba.

Salinas, E. (2022). El paisaje y la gestión del territorio. En V. Steinke, C. Silva, y E. Soares (Eds.), *Geografia da Paisagem: multiplas abordagens* (pp. 312-343). Caliandra. https://tinyurl.com/vcuf3nwe

Salinas, E., Braz, A., y Cardoso, C. (2023). La representación de los paisajes: más allá de los mapas. En P. Franca, S. Groff, J. Batista, C. Braga (Orgs.), *III–ELAAGFA Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente. A importancia da Geografia Física na (re)construção e (re)interpretação da paisagem Luso-Afro-Americana* (pp. 394-405). Editora CVR.

Salinas, E., García, A., Miravet, B., Remond, R., y Cruañas, E. (2019c). Delimitación, clasificación y cartografía de los paisajes de la cuenca Ariguanabo, Cuba, mediante el uso de los SIG. *Revista Geográfica,* (154), 9-30. https://doi.org/10.35424/regeo.v0i154.326

Salinas, E., García, A., Serrano, M., Méndez, A., y Moretti, E. (2019b). Las dimensiones del paisaje como recurso turístico. En R. Suárez, A. Reyes y J. Pintó (Eds.), *Turismo i paisatge* (pp.131-140). Universitat de Girona. https://tinyurl.com/ekp66w74

Salinas, E., Mateo, J., Cavalcanti, L., y Moreira, A. (2019a). Cartografía de los Paisajes: teoría y aplicación. *Physis Terrae*, *1*(1), 7-29. https://doi.org/10.21814/physisterrae.402

Salinas, E., y Quíntela, J. (2000). Paisajes y ordenamiento territorial, obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG. *Alquibla: Revista de Investigaciones del Bajo Segura*, (7), 517-527. https://tinyurl.com/4n3t6xtt

Salinas, E., y Ramón, A. (2013). Propuesta metodológica para la delimitación semiautomátizada de unidades de paisaje de nivel local. *Revista do Departamento de Geografia*, *25*, 1-19. https://tinyurl.com/vne2tz3x

Salinas, E., Ramón, A., y Trombeta L. (2019d). La cartografia de los paisajes y los sistemas de información geográfica: aspectos conceptuales y metodológicos. En E. Salinas, y L. Seolin (Orgs.), *Cartografia Biogeografica e da Paisagem* (pp. 37-54). Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista.

Salinas, E., y Remond, R. (2015). El enfoque integrador del paisaje en los estudios territoriales: experiencias prácticas. En R. Garrocho y G. Buzai (Coords.), *Geografía aplicada en Iberoamérica. Avances, retos y perspectivas* (pp. 503-542). El Colegio Mexiquense.

Salinas, E., y Ribeiro, A. (2017). La cartografía de los paisajes con el empleo de los sistemas de información geográfica: caso de estudio Parque Nacional Sierra de Bodoquena y su entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG), 9*(9), 186-205.

Salinas, E., Trombeta, R., y Brugnolli, R. (2022). Paisagem e Gestão de Recursos Hídricos: um diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Rio Paranapanema (SP-PR) e Rio Formoso (MS), Brasil. *Espaço em Revista*, *24*(1), 291–321. https://n9.cl/9bpjr

Serrano, D., García, A., García, L., y Salinas, E. (2019). Un nuevo método de cartografía del paisaje para altas montañas tropicales. *Cuadernos Geograficos, 58*(1), 83-100. https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6517

Shishenko, P. (1988). *Geografía Física Aplicada.* Editorial de la Escuela Superior.

Sigarreta, S. (2012). Aproximación a la formulación de un modelo teórico de las Unidades de Gestión del Paisaje. *Mercator*, *11*(24), 115-126. https://n9.cl/i95q28

Sigarreta, S., y Rodriguez, Y. (2013). Aplicación del enfoque geoecológico en la definición de unidades espaciales para la gestión ambiental en la provincia de Holguín, Cuba, Ciencias de la Tierra y el Espacio, Cuba, *14*(2), 141-153.

Silva, J., y Santos, R. (2011). *Estrategia metodológica para zoneamento ambiental: a experiência aplicada na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari*. Embrapa.

Simensen, T., Halvorsen, R., y Erikstad, L. (2018). Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land Use Policy*, *75*, 557-569. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.022

Tonial, T., Missio, E., Santos, J., Henke, C., Holzschuh, M., y Zang, N. (2005). Diagnóstico ambiental de unidades da paisagem da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul no período de 1984 a 1999. *Revista Brasileira de Cartografia*, *57*(3), 213- 225. https://doi.org/10.14393/rbcv57n3-43537

Verdum, R. (2012). Preceber e conceber paisagem. En L. Vieira, B. Pinto y L. Silva (Eds.), *Paisagem. Leituras. Significados.Transformacoes* (pp.15-22). Editora UFRGS.

Vidal, M., y Silva, E. (2021). Enfoque Estrutural e Funcional da Geoecologia das Paisagens: Modelos e aplicacoes em ambientes tropicais, *Geofronter* , *7*, 1-19. https://n9.cl/gor7v

Weddle, A. (1973). Applied Analysis and Evaluation Techniques. En D. Lovejoy (Ed.), *Land Use and Lanscape Planning* (pp. 51-82). Leonard Hill Books.

Zacharias, A. (2008). As categorias de análise da cartografia no mapeamento e síntese da paisagem. *Revista Geografia e Pesquísa*, *2*(1), 33-56. https://n9.cl/oirbn

Zacharias, A., y Ventorini, S. (2021). A cartografia de síntese, o ambiente e a paisagem: caminhos, desafios, perspectivas e proposta metodológica. *Geografia: Publicações Avulsas*, *3*(1), 107-144. https://n9.cl/fsn6u

Zonneveld, I. (1995). *Land ecology: an introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*. SPB Academic Publishing.