

# POTENCIAL EDUCATIVO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO: ESTUDIO SOBRE EL GEOSITIO SÍTIO DO BOSCO

**ALVES MEIRA, SUEDIO; ECHEVERRÍA ARNEDO, MARÍA TERESA; LEITE DO NASCIMENTO, MARCOS ANTONIO; VICENTE DA SILVA, EDSON**

POTENCIAL EDUCATIVO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO: ESTUDIO SOBRE EL GEOSITIO SÍTIO DO BOSCO

GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais, vol. 11, 2020

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552861694024>

DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.870>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

# POTENCIAL EDUCATIVO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO: ESTUDIO SOBRE EL GEOSITIO SÍTIO DO BOSCO

O POTENCIAL EDUCATIVO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: ESTUDO SOBRE O GEOSSÍTIO SÍTIO DO BOSCO

THE GEOHERITAGE EDUCATIONAL POTENTIALITIES: THE STUDY OF SÍTIO DO BOSCO GEOSITE

*SUEDIO ALVES MEIRA*

*Universidad Federal de Ceará (UFC), Brasil*  
suediomeira@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-9059-8787>

DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.870>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552861694024>

*MARÍA TERESA ECHEVERRÍA ARNEDO*

*Universidad de Zaragoza (Unizar), España*  
mtecheve@unizar.es

 <http://orcid.org/0000-0001-6680-7833>

*MARCOS ANTONIO LEITE DO NASCIMENTO*

*Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil*  
marcos@geologia.ufrn.br

 <http://orcid.org/0000-0002-8158-7186>

Recepción: 03 Noviembre 2019

Aprobación: 22 Febrero 2020

Publicación: 25 Febrero 2020

## RESUMEN:

El campo de la geodiversidad se ha convertido en un nuevo paradigma de las geociencias. Sus estudios de carácter ambiental tienen como objetivo traducir el conocimiento geológico-geomorfológico a un lenguaje cotidiano. El presente estudio discute el papel del potencial didáctico del patrimonio geológico para la realización de este propósito a través del estudio del Geositio Sítio do Bosco, Tianguá, Ceará, Brasil. La metodología parte de la discusión teórica sobre los conceptos principales que integran el tema de Geodiversidad y puesta en marcha de una estrategia de geoconservación. Los análisis señalan que el Geositio Sítio do Bosco tiene un alto potencial educativo, pudiendo ser utilizado en prácticas educativas de diferentes niveles de enseñanza. Se concluye que comprender el patrimonio geológico por su potencial educativo constituye una de las principales y más viables estrategias de geoconservación.

**PALABRAS CLAVE:** Geodiversidad, Geoconservación, Educación Informal.

## ABSTRACT:

The field of geodiversity is established as a paradigm in Geosciences. Its studies of environmental studies aim to translate the geological knowledge to a daily language. In this context, the present study discuss the didactic potential role for the geological heritage in fulfilling this purpose by the means of the study of the Sítio do Bosco Geosite, Tianguá, Brazil. The methodology starts from the theoretical discussion about the main concepts that compose the Geodiversity and Geoconservation theme. The analysis emphasize that the Sítio do Bosco Geosite present high educational potential and may be used in educational practices of different levels. We conclude that understanding the geological heritage by its educational potential consists in one of the main and more viable geoconservation strategies.

**KEYWORDS:** Geodiversity, Geoconservation, Informal Education.

**RESUMO:**

O campo da Geodiversidade tem se estabelecido como um paradigma das Geociências. Seus estudos de caráter ambiental visam traduzir o conhecimento geológico para uma linguagem do cotidiano. Nesse contexto, o presente estudo discute o papel do potencial didático do patrimônio geológico na concretização desse propósito por meio do estudo do Geositio Sítio do Bosco, Tianguá, Ceará. A metodologia parte da discussão teórica sobre os principais conceitos que integram a temática da Geodiversidade e da realização de etapas de estratégia de geoconservação. As análises salientam que o Geositio Sítio do Bosco apresenta elevado potencial educativo, podendo ser utilizado em práticas de educativas de diferentes níveis de ensino. Conclui-se que entender o patrimônio geológico pelo seu potencial educativo configura uma das principais e mais viáveis estratégias de geoconservação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geodiversidade, Geoconservação, Educação Informal.

## INTRODUCCION

Educar es una práctica siempre dinámica, ya que la evolución del pensamiento, de la ciencia y de las técnicas tiene como resultado la inserción de nuevos paradigmas en los planteamientos de las asignaturas. La adaptación a las necesidades contemporáneas debe ser la base de las actividades educativas, para que estas cumplan con sus objetivos, tanto en la enseñanza formal como en la informal hay que aclarar brevemente qué es la enseñanza formal e informal. En el contexto de la educación en Geociencias, las últimas décadas han estado marcadas por un acercamiento a la sociedad, por un deseo de trascender el conocimiento, ir más allá de los nichos académicos y llegar a la mayor cantidad de personas posible a través de la adaptación del lenguaje geológico-geomorfológico, lleno de neologismos y términos abstractos, en algo comprensible para el público en general.

La expansión de los estudios en geociencias que presentan un aspecto ambientalista ha contribuido a su popularización. La temática de la Geodiversidad, que incluye la investigación sobre el Patrimonio Geológico y las acciones a favor de la Geoconservación, integran este contexto. La comprensión de la geodiversidad como el conjunto de elementos y procesos de carácter abiótico de fundamental importancia para el mantenimiento de la vida, es reciente en comparación con otros conceptos ya basados en la literatura de las Geociencias y su formulación datan de principios de 1990. En estas casi tres décadas, el tema ha evolucionado "a pasos agigantados", logrando estructurar su propio marco conceptual y metodológico, que presenta como novedad la preocupación por la aplicabilidad.

En Brasil, los estudios en Geodiversidad comenzaron a adquirir cuerpo teórico a partir del año 2000 con la organización de grupos académicos con líneas de investigación propias y trabajos realizados por agencias públicas, como el Servicio Geológico Brasileiro - CPRM. Se observa la preocupación por el inventario y por la evaluación cuantitativa del patrimonio geológico nacional, pero también por la valorización y difusión de estas características ambientales de carácter excepcional, siendo que una de las principales estrategias utilizadas es la propuesta de actividades de educación ambiental formal e informal.

En medio del escenario presentado, este estudio tiene como objetivo discutir las relaciones intrínsecas entre las temáticas de la Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geoconservación con la educación formal e informal, un enfoque especial en la educación ambiental. Discutir las potencialidades y las principales dificultades a superar para lograr una mayor y mejor inserción de los contenidos de las Geociencias en la enseñanza.

Como ejemplo práctico, presentamos un estudio de caso sobre el Geositio Sítio do Bosco, ubicado en la ciudad de Tianguá, Ceará, Brasil (Figura 1). El Geositio Sítio do Bosco es un lugar con componentes ambientales singulares, ubicado en las orillas del Parque Nacional Ubajara, marcado por el contacto del Glint da Ibiapaba y la Depresión Sertaneja. Presenta una diversidad de temas que pueden usarse en prácticas educativas formales e informales. La investigación también tuvo como objetivo realizar el inventario, la

caracterización y la evaluación cuantitativa del geositio, así como proponer acciones de valoración y difusión de sus potencialidades educativas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada parte de la discusión teórica sobre los conceptos principales que integran contenidos de Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geoconservación, teniendo como enfoque cómo se relacionan con medidas educativas formales e informales. El primer procedimiento adoptado fue la recopilación bibliográfica de artículos científicos, libros y bancos de tesis y disertaciones.

La investigación también incluyó la implementación de etapas para llevar a cabo una estrategia de geoconservación (BRILHA, 2005), que comprende el inventario del patrimonio geológico-geomorfológico, la evaluación cuantitativa y la propuesta de medidas de valoración del potencial educativo del patrimonio geológico del Geositio Sítio do Bosco. El presente estudio es parte de un trabajo mayor que abarca la investigación y planificación del patrimonio geológico del Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil y áreas adyacentes.

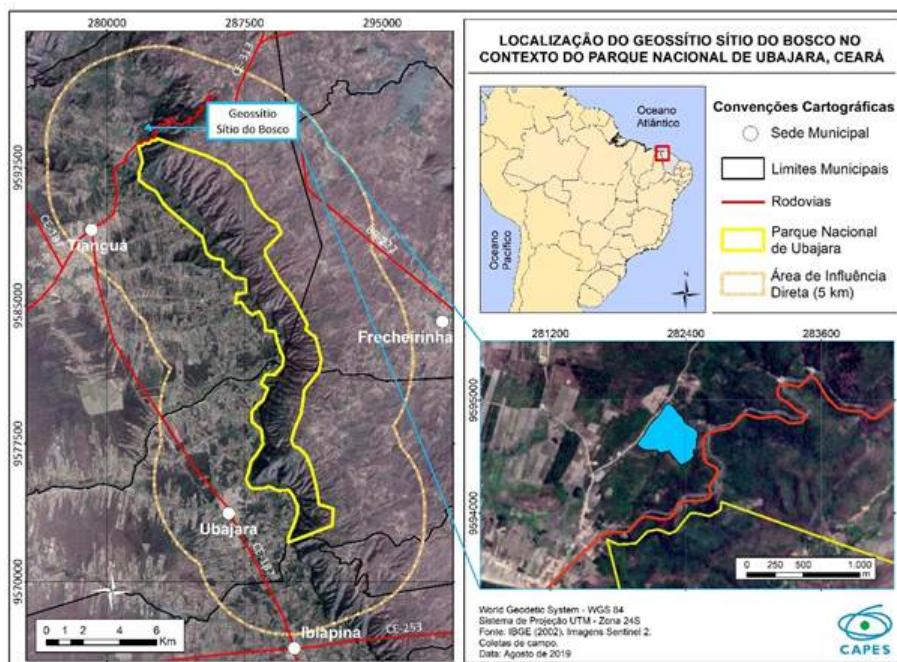


Figura 1 – Localización geográfica del Geositio Sítio do Bosco

Fuente: Elaboración propia (2019). En español.

Para el inventario se unieron dos metodologías, la selección de lugares con características singulares y la clasificación por categorías temáticas preestablecidas (*frameworks*), implementando un inventario sistemático. De acuerdo con criterios cronoestratigráficos y geomorfológicos, se definieron tres categorías temáticas para el inventario del patrimonio geológico del Parque Nacional de Ubajara, a saber: i) Cubiertas cenozoicas; ii) Cubiertas paleozoicas; iii) Fondo neoproterozoico.

El Geositio Sítio do Bosco está incluido en la categoría temática de las Cubiertas Paleozoicas, que comprenden ambientes en rocas sedimentarias de las formaciones Tianguá y Jaicós, pertenecientes al Grupo Serra Grande (Cuenca sedimentaria del Parnaíba). Estas áreas están compuestas por relieves del *Glint* de la Ibiapaba y se caracterizan por afloramientos de areniscas, así como limolitas y arcillas. En el límite oriental del área tiene lugar el contacto con los depósitos coluviales, frente del *glint*, donde hay acantilados de decenas de metros que proporcionan una diversidad de miradores.

Tras el inventario y caracterización del geositio se realizó una evaluación cuantitativa a través de la metodología del Sistema de Catastro u Cuantificación de Geositios y Sitios de Geodiversidad (GEOSSIT), del Servicio Geológico Brasileiro (CPRM, 2018). En la etapa de valoración y divulgación, fueron elaborados un panel interpretativo, para uso en acciones educativas informales, y un guion de campo para actividades de educación formal. Cada propuesta fue precedida por un plan interpretativo que abordaba el tema principal (¿qué interpretar?), los objetivos (¿qué quieres saber? ¿qué quieres sentir?), la definición del público objetivo y de los usos sugeridos (turístico, educativo y/o científico). Todas las imágenes utilizadas fueron tratadas por contraste, exposición, sombras, saturación y balance de blancos y negros en el programa Adobe Lightroom. El diseño del panel interpretativo se realizó en el programa Adobe Illustrator CC 2015.

## EL POTENCIAL EDUCATIVO DE LA GEODIVERSIDAD: BREVE ANÁLISIS CONCEPTUAL

En contraste con los conceptos y las prácticas en el análisis de la Biodiversidad, que se basan en diferentes áreas de la ciencia, el campo de la Geodiversidad aún plantea dudas debido a la formulación tardía de sus postulados. Es común la aparición de preguntas como ¿qué elementos integran la Geodiversidad? ¿cuáles son tus valores? ¿cuál es su importancia? ¿cuáles son sus debilidades? O incluso se constata el desconocimiento de este importante concepto para la conservación de la naturaleza.

La temática de la Geodiversidad configura un nuevo paradigma de las Geociencias (GREY, 2008), siendo que su marco teórico se formuló a principios de la década de 1990 en el contexto de la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Río de Janeiro en 1992, lo que le da un carácter ambiental (BORBA, 2011). El concepto de Geodiversidad nace como un contrapunto al de Biodiversidad, entendiéndose como la diversidad de las características, sistemas y procesos abióticos de la naturaleza. Por lo tanto, el prefijo "geo" no adquiere carácter geográfico, sino geológico-geomorfológico. Se observa que el concepto busca ampliar la comprensión de la naturaleza al percibirla como la relación inseparable entre los aspectos abióticos, bióticos y culturales.

Hay varios conceptos de geodiversidad presentes en la literatura, pero su comprensión converge para su entendimiento como la variedad natural abiótica, que comprende características geológicas, como minerales, rocas y fósiles, geomorfológicas, como relieves y sus procesos de formación, así como los suelos (SHARPLES, 1993; GREY, 2004). La geodiversidad también se percibe como el sustrato para el desarrollo de la vida en la Tierra, siendo fundamental para el mantenimiento de las especies y de la sociedad (NIETO, 2007; SILVA et al., 2008).

Aprender Geodiversidad es entender que está llena de valores que justifican su estudio y conservación. Gray (2004) califica siete grandes campos de valor de la geodiversidad, siendo ellos el intrínseco, los culturales, los económicos, los estéticos, los funcionales, los científicos y los didácticos. El valor intrínseco refleja la existencia, cada elemento ambiental es importante simplemente porque existe, no hay forma de medirlo, pero la percepción del valor intrínseco refleja las corrientes filosóficas, culturales y religiosas locales. El valor cultural proviene de la relación entre sociedad y geodiversidad, o sea, cómo la sociedad se apropia de los elementos abióticos en su vida diaria. Según Nascimento y Santos (2013, p. 16, ) "el valor cultural proviene de la fuerte interdependencia entre el desarrollo social, cultural y/o religioso y el entorno circundante".

El valor económico refleja el uso de la geodiversidad como materia prima en actividades de diferentes sectores, desde la industria, como el uso del petróleo, hasta la rama de servicios, como el uso de los paisajes como producto turístico. El valor estético y el intrínseco, son difíciles de medir, ya que la percepción de la belleza proviene de las construcciones sociales del observador. Sin embargo, es innegable el atractivo paisajístico que presentan varios paisajes naturales de naturaleza geológica-geomorfológica. Según Gray (2004), el valor funcional refleja la capacidad de utilizar los elementos de la geodiversidad para mantener la calidad de vida de las sociedades y como sustrato para los sistemas físicos y ecológicos del planeta.

El valor científico y educativo de la geodiversidad, en muchos momentos, convergen al contemplar la importancia de estos elementos en la comprensión de la historia evolutiva del planeta y para consolidar una conciencia ambiental que contemple la naturaleza como un sistema lleno de relaciones entre componentes bióticos y abióticos. Los elementos de la geodiversidad siempre han sido objeto de estudio de las Geociencias, sin embargo, la visión establecida sobre estos elementos por la temática de la geodiversidad es diferente. Los elementos abióticos del paisaje ya no son interpretados como recursos o reservas económicas, sino como patrimonio, como registros que deben salvaguardarse para las generaciones futuras, ese es el principal cambio con respecto a los estudios sobre el tema.

En este contexto, los lugares donde los elementos de geodiversidad tienen valor educativo/didáctico son puntos clave para la difusión y popularización del conocimiento científico. Ganan importancia al permitir que un público no calificado, a través de una estrategia de interpretación ambiental, comprenda la importancia de la geodiversidad en el mantenimiento de su propia vida, o cuán dinámico es el planeta, o qué acciones deben tomarse para establecer acciones conservacionistas. Por lo tanto, los elementos que se destacan en estos criterios deben adquirir el estatus de patrimonio geológico-geomorfológico.

El concepto de Patrimonio Geológico-Geomorfológico es uno de los más abordados en los temas de Geodiversidad y tiene varias definiciones. Sin embargo, la percepción adoptada por Carcavilla et al. (2008, p. 3001), que define el patrimonio geológico como "el conjunto de elementos geológicos que destacan por su valor científico, cultural o educativo", siendo parte del patrimonio natural mundial, incluidos lugares y objetos que juegan un papel clave en la comprensión de la historia de la Tierra (PROGEO, 2011). Es destacable que en muchos paisajes pueden resaltar aspectos particulares del patrimonio geológico-geomorfológico, como ejemplo tenemos las características geomorfológicas de una cascada, pero este término debe ser entendido como un concepto que abarca la gama completa de especificidades relacionadas con la diversidad abiótica, es decir, una diversidad de patrimonio, entre la que se encuentran los patrimonios geomorfológicos, mineralógicos, petrológicos, entre otros.

El patrimonio geológico-geomorfológico, debido a su importancia excepcional, debe ser objeto de medidas específicas de manejo y conservación. Los conjuntos de esas actividades se denominan Geoconservación, comenzando con el inventario de los lugares de interés, también llamados geositios, y pasando por otras etapas con evaluación cuantitativa y cualitativa, clasificación, conservación, valoración, divulgación y monitoreo (BRILHA, 2005).

El inventario se caracteriza por la descripción de los geositios, siendo que en los trabajos centrados en el potencial didáctico se debe prestar atención a la interacción de los contenidos geológicos con los aspectos biológicos y culturales, así como a plantear si los contenidos presentes pueden ser explicados a todos los niveles de educación o están restringidos a un público más especializado. Comprender el potencial real del área, el qué se realiza a través de medidas de evaluación, también es importante para la institución de acciones de conservación adecuadas. Todos estos aspectos permiten que se facilite el establecimiento de acciones de interpretación ambiental y educación, es decir, que ocurra la real apreciación y difusión del potencial educativo del geositio. Por lo tanto, se observa que las etapas de geoconservación están interconectadas y que una influye en la otra.

Entre las medidas vinculadas a la geoconservación y la difusión del potencial educativo del patrimonio geológico, Moura-Fé et al. (2016, p. 834, nuestra traducción) abordan la necesidad de profundizar en el concepto de Geoeducación, entendido como "una rama específica de la Educación Ambiental aplicada en la geoconservación del patrimonio natural, que debe ser tratada, fomentada y desarrollada en las áreas formales y/o no formales de la educación". El objetivo de la Geoeducación es cerrar la brecha que existe sobre el conocimiento geológico, especialmente en el contexto de la Educación Ambiental, que Brilha (2004) señala como analfabetismo geológico.

La geoeducación debe ser fomentada junto a la educación formal e informal, es decir, tanto en los programas de estudios de los componentes del plan de estudios como en las acciones que trascienden

los muros de las escuelas. El presente trabajo tiene como foco la educación informal, ya que el enfoque principal del Geositio Sítio do Bosco se llevó a cabo a través de herramientas, análisis del paisaje y contacto directo con el objeto de estudio, lo cual no es habitual en actividades educativas formales. Las medidas de geoeducación informales permiten la promoción de la creatividad, así como la flexibilidad en las metodologías y el contenido.

La geoeducación debe ser uno de los pilares en las prácticas de valoración del patrimonio geológico, ya que permite la realización del objetivo principal, que parte de la transmisión de temas de las Geociencias para conseguir una contribución al cambio de mentalidad con respecto a la naturaleza y su conservación.

## CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL GEOSITIO SÍTIO DO BOSCO

El Geositio Sítio do Bosco está ubicado en el municipio de Tianguá, con coordenadas centrales en (UTM) 282321 este y 9594720 sur (Figura 1), cubriendo los límites de la propiedad privada del *Sítio do Bosco Park*. La localidad está aproximadamente a 10 km de la sede municipal de Tianguá. Se puede llegar allí por la BR 222, dirección Tianguá-Sobral, hasta la entrada de Vila do Acarape. Este lugar de interés geológico está en contacto con el límite norte del Parque Nacional de Ubajara (Figura 1), siendo parte de su zona de amortiguamiento.

El área que integra el Geositio Sítio do Bosco se definió como un geomorfositio del Glint de la Ibiapaba en los trabajos presentados por Moura-Fé (2015; 2017). A pesar de esta delimitación previa, la presente investigación aborda más aspectos que integran el patrimonio geológico local, especialmente a escalas más detalladas.

El *Sítio do Bosco Park* es una atracción turística del municipio de Tianguá, que desarrolla prácticas vinculadas al ecoturismo y al turismo de aventura. Como es un área privada, tiene una tarifa de visitas y una estructura de apoyo turístico, con restaurantes, piscinas, campamentos, chalets y una rampa de parapente (Figura 2a, b). El lugar tiene dos senderos delimitados (Figura 2c), la Cascada da Serra y el sendero de la Cueva del Morcego.

El Geositio Sítio do Bosco se caracteriza por ser un geositio de tipo área, con 15.8 hectáreas, presentando en su interior una gama de puntos de interés accesibles. Los geositios-área son una de las cinco tipologías definidas por Fuertez-Gutiérrez y Frenandez-Martinéz (2010), que se centran en las dimensiones (formas) y la complejidad de los elementos presentes (contenidos), y que se asemejan a la división taxonómica de las unidades geosistémica (BERTRAND, 2004). Las otras tipologías son punto, sección, área compleja y panorámico. Los geositios-áreas se caracterizan por una extensión territorial más grande que una hectárea, siendo de baja vulnerabilidad debido a su dimensión.



Figura 2 – Elementos de apoyo para turistas en el Sítio do Bosco Park. a) Bancos y césped frente al mirador. b) Zona de acampada. c) Sendero de la Cueva do Morcego

Fuente: Elaboración propia (2017).

En el Geositio do Bosco se observan desde vistas panorámicas hasta perfiles de afloramientos y cuestiones puntuales en un contexto sedimentario y geomorfológico. El geositio se dimensionó con la ayuda de imágenes del satélite Sentinel 2, con una resolución espacial de 10 metros, teniendo como puntos de delimitación un *buffer* de 150 metros de los principales puntos de interés (Mirador de rampa de parapente y Cueva del Morcego), áreas con alto grado de conservación de la vegetación y espacios adecuados con construcciones de la propiedad privada del Sitio do Bosco Park.

Una característica del geositio es el acceso fácil a los lugares con potencial educativo y la buena visibilidad de los elementos, ya que no hay vegetación ni ningún otro obstáculo que impida el acceso visual, habiendo puntos donde se puede tocar la roca, lo que permite su uso táctil. En cuanto a los lugares que proporcionan interés geológico al Geositio Sítio do Bosco, tres deben ser destacados, el Mirador de la Rampa de Parapente y su visión panorámica, las paredes rocosas de los acantilados de Cueva do Morcego y la propia Cueva do Morcego.

La ubicación privilegiada del mirador de rampa de parapente del Sitio do Bosco, en las coordenadas centrales (UTM) 282321 este y 9594720 sur, a aproximadamente 840 metros de altitud, y su orientación norte-sur, permite una vista lineal del contacto entre el Glint de la Ibiapaba y la Depresión Sertaneja (Figura 3). Las características geomorfológicas más relevantes para la comprensión evolutiva del relieve regional son didácticamente óptimas, especialmente en el área de laderas disecadas, observadas únicamente desde el mirador en el contexto del Parque Nacional de Ubajara.

Figura 3 – Visualización de las características geomorfológicas del puesto de observación: parte superior del Glint de la Ibiapaba (marrón); zona de escarpe (negra); superficies elevadas y laderas disecadas (verde); Depresión Sertaneja (color natural) e inselbergs (amarillo)



Figura 3 – Visualización de las características geomorfológicas del puesto de observación: parte superior del Glint de la Ibiapaba (marrón); zona de escarpe (negra); superficies elevadas y laderas disecadas (verde); Depresión Sertaneja (color natural) e inselbergs (amarillo)

Fuente: Elaboración propia (2017).

La vista principal desde el mirador es un gran escenario erosivo, y es posible ver en primer plano un relieve mucho movimentado e con caídas menos abruptas que en otras áreas del Parque Nacional de Ubajara. La diferenciación geológica del sustrato, que en este sector se caracteriza por rocas de la Formación São Joaquim y no por litologías del Grupo Ubajara, puede ser uno de los elementos que proporciona la explicación. La Formación São Joaquim es parte del Grupo Martinópoles, que data del Proterozoico Superior (Toniano - 750 a 850 millones de años) y, según Siqueira (2011, p. 21) “se compone principalmente de “cuarcitas con composición mineralógica variable, incluidos minerales como cianita, sillimanita y moscovita con intercalaciones menores de calcisilicatos, esquistos y felistas metavulcanas”. A su vez, el Grupo Ubajara es una secuencia volcánica sedimentaria de plataforma neoproterozoica (650 a 850 millones de años). Está compuesto de base a techo por las formaciones Caiçaras (pelitas-psamitas, areniscas finas), Trapiá-Frecheirinha (areniscas y calizas) y Coreaú (areniscas y grauvacas) (CAVALCANTE et al., 1993; CPRM, 2014).

El sendero que conduce a la Cueva do Morcego recorre unos 500 metros desde su inicio, en el punto de observación de la rampa de parapente, hasta la atracción principal, y está dispuesto en la base de un muro formado por rocas de la Formación Tianguá que supera los 30 metros de potencia en algunos puntos. En el lugar, se visualizan fácilmente las diferencias de calibre de los detritos de los estratos sedimentarios (Figura 4). Las capas de areniscas de grano más fino se intercalan con capas de cantos (Figura 4), que representan cambios en la competencia de transporte durante el período de deposición. Según Caputo y Lima (1984), la Formación Tianguá tuvo su génesis en un entorno marino poco profundo, y la diferencia de tamaño de partícula representa pulsos diferenciados en la sedimentación.

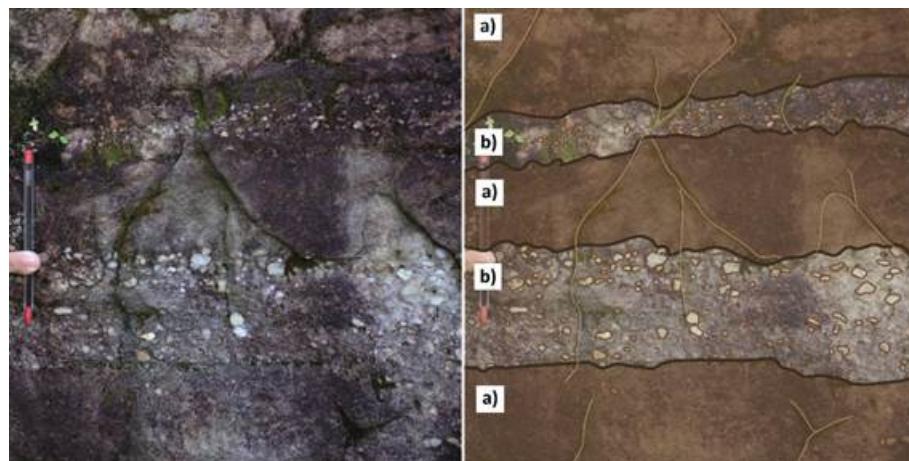


Figura 4 – Diferenciación de las capas de arenisca de la Formación Tianguá. Intercalación de sedimentos de calibre más pequeño y uniforme (a) con cantes (b). En un tono claro, se destacan las áreas de orientación de erosión y fractura de rocas.

Fuente: Elaboración propia (2017).

La presencia de granos de diferentes tamaños supone una respuesta distinta a los procesos erosivos. La posibilidad de tocar la discontinuidad litológica permite la apropiación de este espacio para prácticas con personas con discapacidad visual, mediante el fomento de actividades táctiles, ya que se puede distinguir la diferencia entre los granos que componen cada estrato de la roca.

Vale la pena discutir las características generales de la Formación Tianguá, la unidad geológica intermedia del Grupo Serra Grande. El Grupo Serra Grande es la primera secuencia del desbordamiento de la Cuenca del Parnaíba, fosilizando el zócalo cristalino (VAZ et al., 2007). Caputo y Lima (1984), basados en varios autores, sugieren que el Grupo Serra Grande se subdivide en las formaciones Ipu, Tianguá y Jaicós.

La Formación Tianguá, que abarca los afloramientos del Geositio Sítio do Bosco, se compone de tonos grises oscuros (bioturbados, sideríticos y carbonatos), areniscas grises claras (que van de finas a medianas, feldespáticas), intercalaciones de lutitas y arcillas grises oscuras (GOÉS y BEIJO, 1994). Dado que en la zona hay areniscas claras de diferentes granulometrías. La Formación Tianguá está dispuesta concordante con las Formaciones Ipu y Jaicós (CAPUTO y LIMA, 1984). Se señala la edad eosiluriana para la deposición, basada en estudios palinológicos y macrofósiles, y el ambiente de deposición marina poco profunda (GOÉS y FEIJO, 1994).

En el sendero de la Cueva do Morcego, es posible visualizar el recubrimiento ferruginoso en la roca, que se refiere a la presencia de óxido de hierro como uno de los agentes cementante de la arenisca (Figura 5a). En varios lugares se observan características erosivas que se asemejan a *tafonis* (Figura 5b), en relación con la disgregación granular de la arenisca, lo supone una cierta fragilidad erosiva en un contexto local, ya que el afloramiento de la roca permite la concentración del proceso erosivo. Otro rasgo característico son los alvéolos, pequeñas cavidades dispersas en la pared rocosa.

La interacción entre geodiversidad y biodiversidad es evidente en la pared rocosa del sendero de la Cueva do Morcego (Figura 5 c, d). Es posible visualizar líquenes en las rocas, así como la concentración de termitas en las fracturas de la arenisca (Figura 5c); las termitas actúan como un agente bioturbador, ayudando a la desintegración mecánica de la roca, especialmente en los procesos de erosión en capas, descamación o desplazación. También hay musgos y pequeñas plantas asentadas directamente en la roca (Figura 5d), en áreas de mayor concentración de humedad, que también actúan como aceleradores de la erosión local.

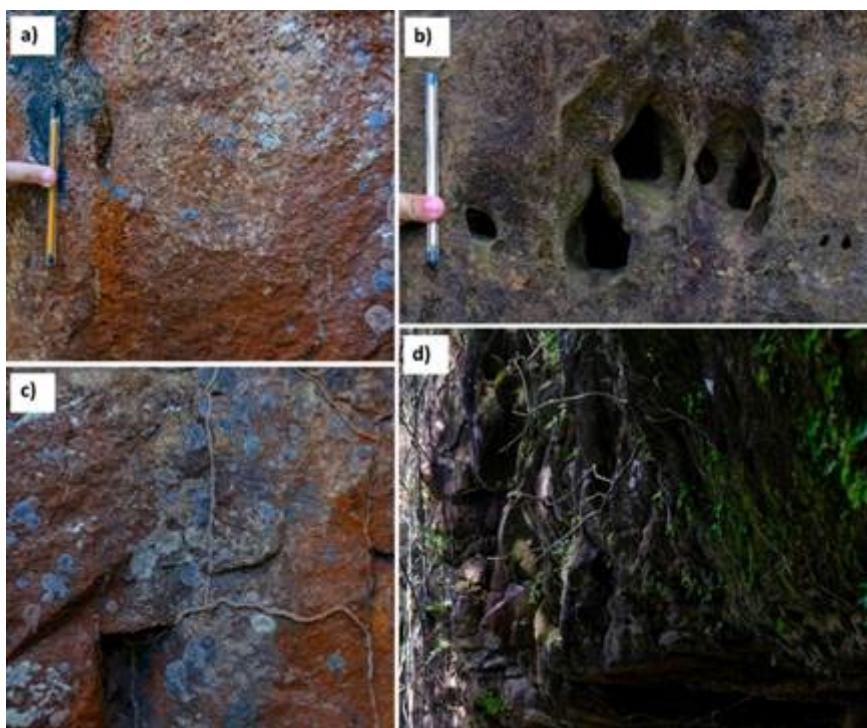


Figura 5 – a) Pátina de oxidación. b) Alvéolos de disolución. c, d) Interacción biológica con la geodiversidad. En "c" presencia de líquenes y termitas en las zonas de fractura, en "d" musgos y plantas depositadas en la roca

Fuente: Elaboración propia (2017).

Finalmente, el último punto de relevancia geológico-geomorfológica del Geositio Sítio do Bosco es la Cueva do Morcego, ubicada en las coordenadas (UTM) 282325 este y 9594627 sur, a una altura de 710 metros. Según la Secretaría del Medio Ambiente (SBE, 2017, sp., nuestra traducción) “una cueva se puede definir como “cualquier cavidad subterránea penetrable por el ser humano, incluyendo su ambiente, su contenido mineral y hídrico, además de las comunidades vegetales y animales allí abrigados y el cuerpo rocoso donde se instalan”, esta designación abarca “todos los términos regionales, tales como como lapa, gruta, abismo, furna, etc.”.

La denominación presentada es bastante generalista, por lo que, según las normas y convenciones de la Sociedad Brasileña de Espeleología (SBE), la Cueva do Morcego (Figura 6) debe considerarse un refugio bajo la roca, ya que tiene un desarrollo lineal más pequeño que la altura de la entrada (SBE, 2017).

Para la evaluación cuantitativa del Geositio Sítio do Bosco utilizamos el Sistema de Catastro y Cuantificación de Geositios y Sitios de la Geodiversidad (GEOSSIT), del Servicio Geológico de Brasil - CPRM, que se basó en adaptaciones de parámetros de la metodología propuesta por Garcia-Cortés y Carcavilla-Urquí (2013) y Brilha (2016). El método empleado presenta como potencial el hecho de ser un intento de estandarizar la evaluación del patrimonio geológico nacional, enfocándose en la definición de los valores de uso de los geositios (científicos, turísticos y educativos) en contraste con el riesgo de degradación y prioridad de protección. La ponderación de los valores va de cero a 400 puntos, siendo los geositios clasificados como relevantes a escala local, nacional o internacional según el resultado obtenido en los criterios de uso.

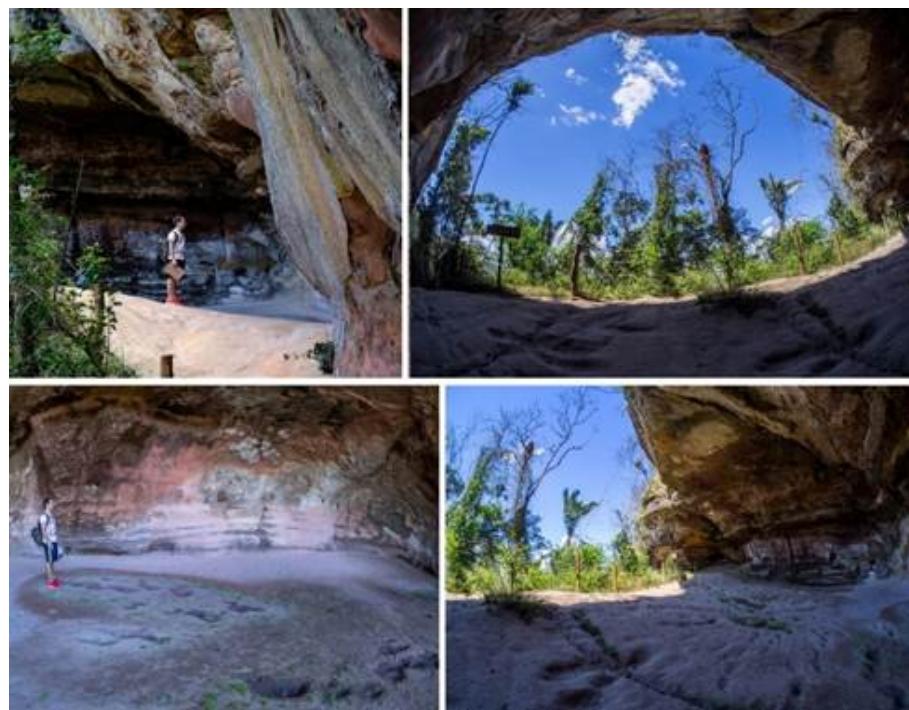


Figura 6 – Diferentes ángulos de la Caverna do Morcego  
Elaboración propia (2017)

El Geositio Sítio do Bosco (Tabla 1) está designado por el GEOSSIT como un Sitio de la Geodiversidad de Relevancia Nacional, por no haber alcanzado 200 puntos en valor científico. El valor científico alcanzado por Sítio do Bosco fue de 185 puntos, algunos criterios contribuyeron a este valor, como la baja rareza de las características y la presencia de limitaciones de uso para prácticas científicas como la recolección de muestras (ya que es un área particular con limitación de acceso). Por otro lado, los criterios de integridad y diversidad geológica obtuvieron las máximas calificaciones.

Tabla 1 – Valores obtenidos en la evaluación cuantitativa del Geositio Sítio do Bosco

	Clasificación	Valor Científico	Valor Educativo	Valor Turístico	Riesgo de Degradoación	Prioridad de protección
Geositio Sítio do Bosco	Sitio de la Geodiversidad de Relevancia Nacional	185	325 (Relevancia Nacional)	265 (Relevancia Nacional)	155 (Bajo Riesgo)	413 (Medio Plazo)

Fuente: Elaboración propia.

Vale la pena señalar que los autores del trabajo no están de acuerdo con el uso de diferentes conceptos (Geositio y Sitios de la Geodiversidad), basados únicamente en el valor científico del patrimonio geológico-geomorfológico, como se propone en la metodología de Brilha (2016), especialmente en las etapas de planificación y valoración de lugares de interés geológico. Se entiende la importancia académica a la hora de distinguir "Geositios" y "Sitios de Geodiversidad", ya que permite a los especialistas diferenciar qué sitios tienen el mayor potencial para el desarrollo de la investigación y cuáles describen mejor la evolución geológica de la región. Sin embargo, en el contexto de la gestión y planeamiento del uso, objeto de este estudio, eliminar la noción de "patrimonio" de elementos que tienen otros valores (como el educativo) genera un distanciamiento entre las Geociencias y el público. Dado que uno de los objetivos principales del tema es la

popularización de los conceptos de las Geociencias al público laico y la contribución a la conservación del medio ambiente, restringir la noción de patrimonio exclusivamente a lugares de interés científico puede hacer que muchos esfuerzos no sean fértiles.

Definir por patrimonio geológico solo los lugares de relevancia científica establecen un error en las etapas finales de la geoconservación, ya que elimina la audiencia real, configurada por personas no geocientíficas. Borba y Sell (2018, p. 13) declaran que “al restringir el patrimonio geológico a lugares de valor científico “existe una tendencia a pensar que el ‘patrimonio geológico’ es un ‘patrimonio de los geólogos’, lo que parece muy incorrecto en un área de la geociencia dedicada exactamente al diálogo con la sociedad”, puesto que “la noción de patrimonio es social y construido culturalmente, y siempre debe involucrar la percepción de la sociedad laica, no solo la de la academia”.

Varios espacios donde los elementos del patrimonio geológico tienen un atractivo cultural, educativo, estético y/o turístico son mejor utilizados para la interpretación y prácticas de educación ambiental que aquellos de gran valor científico, lo que resulta una apreciación efectiva del patrimonio geológico. La realidad presentada ocurre en Geositio Sítio do Bosco, y por este hecho, los autores designan el lugar como “Geositio” desde el comienzo del trabajo. Darle a este espacio el atributo de patrimonio acerca al público, ya que este concepto es conocido en varios niveles de la sociedad y lleva consigo la noción de pertenencia.

El Geositio Sítio do Bosco obtuvo 325 puntos en el valor educativo, destacando los criterios relacionados con el potencial didáctico, la condición de observación y la asociación con otros valores. La presencia de miradores en el sitio facilita la interpretación ambiental de los aspectos geomorfológicos. El excelente valor alcanzado en el potencial educativo rectifica el potencial del geositio como un lugar de prácticas educativas formales, como el trabajo de campo en diferentes niveles de educación, e informales, a través de acciones de educación ambiental para los turistas que lo visitan diariamente. El valor obtenido también se refiere a la individualidad de los usos potenciales, es decir, un bajo potencial científico no se refleja en los criterios educativos o turísticos.

Este aspecto fortalece la opinión de los autores del trabajo de que el uso de diferentes terminologías para distinguir los lugares de relevancia científica, educativa y turística, aunque importante en el campo académico, porque destaca los sitios objetivo para la investigación científica y una comprensión profunda de la evolución geológica regional, constituye un revés para la popularización y la difusión del patrimonio geológico en la sociedad. Los lugares con alto valor educativo y turístico pueden tener un mayor potencial de atracción pública que los sitios con alto valor científico, cumpliendo así mejor el papel definido por los objetivos generales de la geoconservación.

El Geositio Sítio do Bosco alcanzó 265 puntos en su valor para uso turístico. Las potencialidades incluyen la seguridad, logística, condiciones de observación y el potencial de divulgación. En cuanto al riesgo de degradación, tiene un riesgo bajo con 155 puntos, influenciado por el acceso controlado, los senderos bien definidos y el carácter panorámico de muchos de los lugares de interés. El bajo riesgo demanda una protección media, es decir, la necesidad de puesta en marcha de acciones paliativas para la conservación del potencial científico, educativo y turístico del Geositio do Bosco no es urgente, debido a las buenas condiciones ambientales presentes.

## POTENCIAL EDUCATIVO Y PROPUESTAS DE VALORIZACIÓN PARA EL GEOSITIO SITIO DO BOSCO

Como se señaló en el epígrafe anterior, tanto por descripción cualitativa como por evaluación cuantitativa, el Geositio do Bosco tiene un potencial didáctico/educativo innegable y puede usarse para actividades de educación ambiental dirigidas a diferentes audiencias. Los miradores, los senderos y los afloramientos se abren a una diversidad de temas de las Geociencias. La geomorfología, la litología, la sedimentología, la hidrografía, así como la interacción de los elementos de la geodiversidad con la biodiversidad y los aspectos históricos de la ocupación local, son temas fácilmente abordados y legitiman el sitio como una “clase al aire libre”.

En este momento, tenemos la intención de enumerar la propuesta de un panel interpretativo como una herramienta para el uso didáctico/educativo del patrimonio geológico de la zona. El panel aborda el mirador de la pista de parapente y establece un equipo físico que actúa como una herramienta de educación informal, especialmente para los visitantes ocasionales de Sitio do Bosco Park. La propuesta configura una medida de valoración del patrimonio geológico al proporcionar información e interpretación que permiten a los visitantes reconocer sus valores (BRILHA, 2005).

Los paneles son un medio de interpretación no personalizado (no guiado) ya que no hay un interlocutor y el mensaje propuesto se pasa a través de un objeto físico. Según Moreira (2012, p. 19) “la ventaja de tales estrategias radica en que se explican por sí mismas, porque “siempre estarán disponibles, garantizando la transmisión del mensaje planificado y pueden atender a un gran número de visitantes”, en contraste, las desventajas radican en la “imposibilidad de aclarar dudas, dificultad para mantener el interés y están sujetos a vandalismo”.

Antes del diseño del panel, se elaboró un plan interpretativo para delimitar los temas y los asuntos para ser tratado (Gráfico 2). Después de analizar las potencialidades, se describió un panel que describía las principales características geomorfológicas visibles del mirador de la pista de parapente, puntuando los nombres, las rocas en las que están modeladas y otras curiosidades.

Se propone para el panel el formato de mesa inclinada de 105 cm de largo por 75 cm de alto. La sugerencia de la mesa inclinada se justifica porque permite un menor impacto visual e interferencia en la contemplación del paisaje. Para la base se pueden utilizar areniscas de la región, es decir, el elemento de la geodiversidad local como soporte del objeto interpretativo. Se propone, además, que la impresión se realice con acrílico o policarbonato, que son materiales resistentes a las altas temperaturas y a los golpes. El panel debe fijarse en una ubicación que permita una vista más cercana del ángulo central de la foto.

Tabla 2 – Plan interpretativo para la valorización del Geositio Sítio do Bosco

¿Qué interpretar? (Tema principal)	La capacidad del observador para exponer las principales características geomorfológicas de los frentes del Glint de la Ibiapaba y de la Depresión Sertaneja.
¿Qué quieres que ellos sepan?	La nomenclatura y definición de las características geomorfológicas, así como la diferencia litológica entre la parte superior del Glint de la Ibiapaba y las partes más bajas del relieve.
¿Qué deben sentir?	- Sensibilizarse con respecto a la conservación ambiental del Parque Nacional de Ubajara - Interés por buscar información sobre geodiversidad en tu vida diaria.
¿Quién será el público objeto?	- Turistas ocasionales que visitan el Sitio del Bosco Park (sin un conocimiento profundo del sitio y buscando la contemplación del paisaje). - Grupos de estudiantes de primaria y secundaria de ciudades vecinas.

Fuente: Elaboración propia.

Se eligió la tipografía *Gotham*, ampliamente utilizada en la producción de materiales gráficos, ya que facilita la lectura. Se tuvo en cuenta la distancia de 1,5 m entre el lector y el panel interpretativo para definir el tamaño mínimo de la letra, por lo que toda la tipografía tiene dimensiones superiores a 24 pt. El texto fue construido en un lenguaje simple y acogedor, que trata directamente sobre el relieve residual, la roca sedimentaria, el Glint de la Ibiapaba, la Depresión Sertaneja y los acantilados (Tabla 3). Se utilizaron aproximadamente 300 palabras según lo indicado en los manuales temáticos (PROJETO DOCE MATAS, 2002).

Tabla 3 – Texto del panel interpretativo del Geositio do Bosco (en portugués)

VEN Y DESCUBRE CÓMO SE FORMA EL PAISAJE DEL GEOSITIO  
SITIO DO BOSCO La Sierra da Pananduba es un relieve residual, pero ¿qué significa eso? Esto dice que las rocas que componen la Sierra da Pananduba son más resistentes a la erosión que las que las rodean. La acción constante de la lluvia y el viento fragmenta y transporta las rocas. Por ser más resistentes, las rocas de Pananduba permanecen, mientras que las del entorno se erosionan. El resultado de este trabajo después de miles de años es el relieve que estás viendo. La Sierra da Ibiapaba es uno de los relieves más importantes de Ceará con más de 200 km de longitud y altitudes que alcanzan los 900 m. ¡Las rocas sedimentarias que forman la Sierra da Ibiapaba tienen más de 410 millones de años! Es mucho tiempo, ¿no? Las rocas sedimentarias se forman por la acumulación de sedimentos (sólidos o en solución) de otras rocas depositadas estrato tras estrato, como las hojas de un cuaderno, una encima de la otra. La roca más común en el área es la arenisca, que se puede ver en la imagen de enfrente. Esta área baja se conoce como Depresión Sertaneja. En la Depresión Sertaneja, hay un predominio de rocas metamórficas, como las calizas con bajo grado de metamorfismo representados en la foto adyacente. Las rocas metamórficas se forman al alterar litologías preexistentes bajo condiciones de presión y temperatura elevadas. ¡Es en estas áreas se encuentran las rocas más antiguas del Parque Nacional de Ubajara, que alcanzan más de 650 millones de años! Estas paredes de roca son conocidas como escarpes y alcanzan más de 50 m. Los escarpes están formados por el trabajo erosivo del clima y de la gravedad. En el sendero que conduce a la Cueva del Macaco, verás de cerca la grandeza de los acantilados de la Sierra da Ibiapaba y podrás observar y sentir las diferentes capas de rocas de arenisca que la componen.

Fuente: Elaboración propia.

Vale la pena señalar que el panel forma parte de un conjunto de paneles interpretativos propuestos para apreciar del patrimonio geológico del Parque Nacional del Ubajara, por lo que el uso de referencias a esta unidad de conservación está presente. El título “Ven y descubre cómo se forma el paisaje del Geositio Sítio do Bosco” (Venha e descubra o que forma a paisagem do Geositio Sítio do Bosco) fue formulado para atraer al visitante, cautivar la atención e instarlo a leer la información en el panel.

El uso de imágenes en lugar de texto facilita la interpretación de los lectores, especialmente al poder relacionar el panel con el paisaje circundante (Figura 7). Todos los textos interpretativos están relacionados con elementos que se pueden ver en las imágenes del panel y el paisaje. El uso de imágenes aproximadas/detalladas de las rocas que soportan el modelado se utiliza como una herramienta de aclaración, ya que muchos de los lectores no habrán tenido contacto con ellas durante la vida, o no tendrán suficientes conocimientos geológicos previos para hacer comparaciones.

El mirador de la pista de parapente, como ya se mencionó, no es el único lugar con potencial en el contexto del geositio. Hay otros tres puntos de importancia que complementan la experiencia y la comprensión del patrimonio geológico local. En el Sendero de la Cueva del Macaco, que comienza cerca del mirador, es posible visualizar la litología sedimentaria de arenisca que caracteriza el área, así como sus diferentes facies (Figura 5). También es probable que se puntúen las formas de modelado de detalle (Figura 5). Todavía se puede abordar el sendero ya que el relieve del Glint de la Ibiapaba permite una mayor precipitación a través de lluvias orográficas, lo que hace posible la presencia de una vegetación grande y perenne, que no ocurre en las tierras bajas de la Depresión Sertaneja, donde la Caatinga subcaducifolia y caducifolia predominan.



Figura 7 – Panel interpretativo del Geosito Sitio do Bosco (texto en portugués)

Fuente: Elaboración propia (2019).

El segundo punto comprende la Cueva del Macaco, donde es posible abordar los relieves singulares. El sitio, como ya se mencionó, comprende un gran refugio rocoso. Por lo tanto, los aspectos sobre la acción erosiva pueden ser ampliamente tratados en el área. Finalmente, en el Sendero de la Cascada de la Sierra, donde se construyó una piscina con rocas locales, es posible discutir la riqueza del agua del municipio de Tianguá, destacando la gran cantidad de pequeños ríos que fluyen desde el frente del Glint de la Ibiapaba. Cabe señalar que esta característica es un reflejo de la litología sedimentaria que conforma la Ibiapaba, que, debido a su alta porosidad, permite el almacenamiento de agua y la formación de un acuífero regional, siendo el lugar en cuestión un manantial que sale a superficie.

Es notable que, si el panel aporta un enfoque amplio al patrimonio geológico del Geosito do Bosco, las visitas a los senderos y la Cueva del Macaco permitirán experiencias más cercanas y, a veces, táctiles. Por lo tanto, la realización de visitas guiadas a estos lugares complementaría y enriquecería el potencial educativo/didáctico. La construcción de un guion/ruta educativa estructurada y la capacitación de guías o docentes del sistema escolar municipal de Tianguá es una posibilidad para que el gobierno municipal explore, o incluso para que lo hagan empresarios locales.

## CONCLUSIONES

Comprender la geodiversidad y el patrimonio geológico a través de su valor educativo es una de las principales estrategias en el establecimiento de prácticas efectivas de geoconservación. Varias áreas protegidas o bajo un régimen de gestión territorial especial, como en el caso de los geoparques, presentan elementos geológicos-geomorfológicos como el objetivo de las actividades educativas. Se producen acciones relacionadas con la educación formal e informal, adaptándose a las realidades sociales, económicas y ambientales de cada área. Al final, este enfoque busca comprender que cada mineral, roca, relieve, suelo cuenta una parte de la historia evolutiva de nuestro planeta y, sobre todo, poder transmitir este conocimiento de una manera accesible para el “gran público”; es un desafío, pero capaz de producir frutos reales con respecto a la conservación de la naturaleza.

Una variedad de metodologías y estrategias educativas para la geoconservación están presentes en la literatura (LICCARDO e GUIMARÃES, 2014; XAVIER *et al.*, 2017; LICCARDO *et al.*, 2018; MAZZUCATO *et al.*, 2018), demostrando la necesidad de la inserción de los temas de las geociencias por

medio de cambios en los componentes curriculares, del crecimiento de la corriente ambientalista y de la evolución del pensamiento contemporáneo. Es necesario que la sociedad conozca la historia de su "casa", de la dinámica del planeta Tierra, tratando de romper con el analfabetismo actual, que impide que se tomen acciones efectivas de conservación de la naturaleza.

El Geositio Sítio do Bosco es un lugar donde el patrimonio geológico tiene un alto potencial educativo y se puede utilizar en prácticas educativas informales en diferentes niveles de educación. Los miradores permiten comprender la evolución del Glint de la Ibiapaba y, a su vez, los senderos y la Cueva del Macaco animan discusiones sobre la Cuenca del Parnaíba, al exponer las estratificaciones de la Formación Tianguá.

La propuesta de estrategias simples, como el panel interpretativo, aporta una nueva visión sobre el relieve del lugar. Un visitante que, anteriormente solo contemplaba el paisaje, se da cuenta de los aspectos geomorfológicos y geológicos, una experiencia que sería estéril cuando se trata de educación se convierte en una estrategia de conciencia ambiental. Por lo tanto, el papel de la Academia es abordar un carácter práctico, más allá del enfoque teórico, adaptando el lenguaje geológico a un lenguaje cotidiano, basado en los supuestos de la interpretación ambiental (TILDEN, 1977) y la formulación de un conjunto de herramientas que puedan ser utilizadas por los administradores territoriales.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el apoyo de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) a través de becas de doctorado PROEX (Código de financiamento: 88882.180701/2018-01) y Doctorado Sandwich en el Extranjero (Código de financiamento: 88887.364301/2019-00) concedidas al autor principal.

## REFERENCIAS

- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. *Revista Ra'eGa*, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BORBA, André Weissheimer de. Geodiversidade e Geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, v. 1, n. 38, p. 03-13, 2011.
- BORBA, André Weissheimer de; SELL, Jaciele Carine. Uma reflexão crítica sobre os conceitos e práticas da geoconservação. *Geographia Meridionalis*, v. 4, n. 1, p. 02–28, 2018.
- BRILHA, José. A geologia, os geólogos e o manto da invisibilidade. *Comunicação e sociedade*, v. 6, p. 257-265, 2004.
- BRILHA, José. Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores; 2005.
- BRILHA, José. Inventory and Quantitative Assessment of Geosite and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, v. 8, n. 2, p. 119-134, 2016.
- CAPUTO, Mário Vicente; LIMA, Eglemar Conde. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande – Bacia do Parnaíba. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33.; 1984, Rio de Janeiro. Anais.... Rio de Janeiro: UFRJ, 1984, p. 740-753.
- CAVALCANTE, José Carvalho. Estratigrafia Precambriana do Estado do Ceará – Uma síntese. In: Simpósio de Geologia do Nordeste. Natal, 1993. Atas... Natal, Núcleo Nordeste da SBG, v. 13, p. 313-316, 1993.
- CPRM – Serviço Geológico Brasileiro. Carta Geológica Folha Frecheirinha (AS-24-Y-C-VI) em escala de 1:100.000. Brasília, DF: CPRM, 2014 b.
- CPRM – Serviço Geológico Brasileiro. Geossit: cadastro de sítios geológicos. 2018. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/geossit>>.

- FUERTEZ-GUTIÉRREZ, Inés; FERNANDES-MARTINÉZ, Esperanza. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*, v. 2, p. 57-75, 2010.
- GARCIA-CORTÉS, Angel; CARCAVILLA URQUÍ, Luis. Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG). Versión 18-13-2013. Instituto geológico y minero de España, 2013.
- GÓES, Ádison; FEIJÓ, Flávio. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 8, p. 57-67, 1994.
- GRAY, Murray. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1 ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2004. 434p.
- GRAY, Murray. *Geodiversity: developing the paradigm*. Proceedings of the Geologists' Association, v. 119, p. 287-298, 2008.
- LICCARDO, Antônio; GUIMARÃES, Gilson Burilo (orgs). *Geodiversidade na Educação*. Ponta Grossa: Estúdio Texto, 2014.
- LICCARDO, Antônio; ALESSI, Samara Moleta; PIMENTEL, Carla Silvia. Patrimônio geológico, divulgação e educação geocientífica no estado do Paraná – Brasil. *Terr@ Plural*, v. 12, n. 3, p. 404-417, 2018.
- MAZZUCATO, Eliana; BACCI, Denise de La Corte; SANTOS, Vânia Maria Nunes dos. Educação para a geoconservação: reflexões da experiência no Parque Estadual da Serra do Mar (SP). *Terrae Didática*, v. 14, n. 4, p. 417-426, 2018.
- MOREIRA, Jasmine Cardozo. Interpretação ambiental, aspectos geológicos e geomorfológicos. *Boletim de Geografia*, v. 30, n. 2, p. 87-98, 2012 b.
- MOURA-FÉ, Marcelo Martins. Evolução geomorfológica da Ibiapaba Setentrional, Ceará: Gênese, modelagem e conservação. 2015. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- MOURA-FÉ, Marcelo Martins; PINHEIRO, Mônica Virna de Alencar; JACÓ, Dionízia de Melo; OLIVEIRA, Bruna Almeida de. *Geoeducação: A Educação Ambiental aplicada a Geoconservação*. In: SEABRA, Giovani. *Educação Ambiental e Biogeografia*. Ituiutaba: Barlavento, v. 2, 2016, p. 829-842.
- MOURA-FÉ, Marcelo Martins. Geodiversidade da Ibiapaba, Região Norte do Estado do Ceará, Brasil. *Revista OKARA: Geografia em debate*, v.11, n.2, p. 397-409, 2017.
- NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; SANTOS, Onésimo. *Geodiversidade na arte rupestre no Seridó Potiguar*. Natal: Iphan-RN, 62 p, 2013.
- NIETO, Luis M. *Geodiversidad: propuesta de una definición integradora*. *Boletín Geológico y Minero*, v. 112, n. 2, p. 3-12, 2001.
- ProGEO, 2011. *Conserving our Shared Geoheritage – A Protocol on Geoconservation Principles, Sustainable Site Use, Management, Fieldwork, Fossil and Mineral Collecting*. 10 p. Disponível em: . Acesso em: 14 de agosto de 2019.
- PROJETO DOCES MATAS. *Manual de introdução à interpretação ambiental*. Belo Horizonte, 2002, 108 p.
- SHARPLES, Chris A. *Methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes*. Report to Forestry Commission Tasmania, Hobart, Tasmania, 1993.
- SILVA, Cássio Roberto da.; RAMOS, Maria Angélica Barreto; PEDREIRA, Augusto José; DANTAS, Marcelo Eduardo. *Começo de tudo*. In: SILVA, Cássio Roberto da. *Geodiversidade do Brasil: Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, p. 11-20, 2008.
- SIQUEIRA, Ana Claudia de Abreu. *Geoquímica das lateritas do Domínio Médio Coreaú - Noroeste do estado do Ceará*. Dissertação. (Mestrado em Geologia da Universidade Federal do Ceará). Centro de Ciências, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- TILDEN, F. *Interpreting our heritage*. 3 ed. Chapel Hill: The University of North Carolina Press, 1977.

VAZ, Pekim Tenório; REZENDE, Nélio das Graças da Mata; WANDERLEY FILHO, Joaquim Ribeiro; TRAVASSOS, Walter Antônio Silva. Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.

XAVIER, Layla da Silva; MENESES, Leonardo Figueiredo de; CAVALCANTE, Márcio Balbino. Ensinando geodiversidade a partir de jogos didáticos. Geotextos, v. 13, n. 2, p. 59-89, 2017.