

INFLUENCIA TECTÓNICA Y SISTEMA DE DIACLASAS EN EL BORDE SURESTE DE LA CUENCA SEDIMENTARIA DEL PARNAÍBA: EL PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA - PIAUÍ - BRASIL

Max FURRIER ¹

Maria Emanuella FIRMINO BARBOSA ²

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Depto. de Geociências – LEGAM - Laboratório de Estudos Geológicos e Ambientais, Universidade Federal da Paraíba (UFPB). CCEN - Campus I, Cidade Universitária Castelo Branco III 58059-900 - João Pessoa, PB. E-mail: max.furrier@hotmail.com

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia. LEGAM/UFPB. E-mail: mariaemanuellaf@gmail.com

RESUMEN. El Parque Nacional Serra de Capivara, y sus características geomorfológicas peculiares hacen de este sitio un importante foco de estudios. Las características geomorfológicas son heredadas de un tipo de clima mucho más húmedo que el actual, además de actividades tectónicas cuyo entendimiento pormenorizado aún se encuentra lejos, generaron una serie de esfuerzos en las rocas sedimentarias de la Cuenca del Parnaíba, que resultó en un intrincado sistema de diaclasa de direcciones variadas, de importancia relevante en la evolución y configuración actual del relieve. La identificación de las diaclasas abren un nuevo camino para la comprensión del relieve ruiforme, muy común en los bordes sur y sureste en el parque, generado por la tendencia de las aguas pluviales filtrarse esas diaclasas, desencadenando procesos erosivos acentuados y esculpiendo formas peculiares. El factor tectónico, muchas veces renegado o subestimado en la configuración del relieve brasileiro comienza a aflorar de manera conspicua en la comunidad geomorfológica brasileira y muchas de las explicaciones sobre modelado producidos entre los años 1960 a 1990 empiezan a ser revistos bajo esa nueva óptica.

Palabras-clave: Tectónica, Diaclasas, Parque Nacional Serra da Capivara, Relieve ruiforme.

ABSTRACT. *Tectonics influence and systems fractures on the Southeast edge of the Sedimentary Parnaíba Basin: the Serra da Capivara National Park - Piauí – Brazil.* The Serra da Capivara National Park with their peculiar geomorphological characteristics is an important focus of studies. The geomorphological characteristics of the park are inherited from both a kind of much more humid climate, and from the tectonic activities, whose detailed explanation is far from being understood, for they generated a series of efforts in the sedimentary rocks of the Basin of Parnaíba, that resulted in an intriguing system of fractures in various directions, often truncated, of relevant importance for the evolution and current configuration of the relief. The easy visualization of these fractures, open a new path for understanding the ruiform relief, which are common on the southern and south-eastern edges of the park and generated by the tendency of rainwater which percolated these fractures, causing accentuated processes of erosion and sculpting peculiar forms. The tectonic factor, too often overlooked and underestimated in the configuration of Brazilian relief, begins to emerge so conspicuously in the Brazilian geomorphology community and much of the understanding about patterned produced in the years of 1960 to 1990 are being revised under this new optics.

Keywords: Tectonics, Joint, Serra da Capivara National Park, Ruiform relief.

INTRODUCCIÓN

La creación del Parque Nacional Serra da Capivara tuvo diversos objetivos direccionados a la preservación de un ecosistema específico y de uno de los más importantes patrimonios culturales pre-históricos del mundo. Las características más sobresalientes en la creación del parque fueron de naturaleza cultural, ambiental y turística.

Las características ambientales particulares de gran interés científico y turístico hacen del Parque Nacional Serra da Capivara una unidad singular donde el relieve y su evolución son piezas claves para la comprensión del complejo ambiente en cuestión.

La identificación de las diaclasas abren un nuevo camino para la comprensión del relieve ruiforme, muy común en los bordes sur y sureste en el parque, generado por la tendencia de las aguas pluviales filtrarse esas diaclasas, desencadenando procesos erosivos acentuados y esculpiendo formas peculiares.

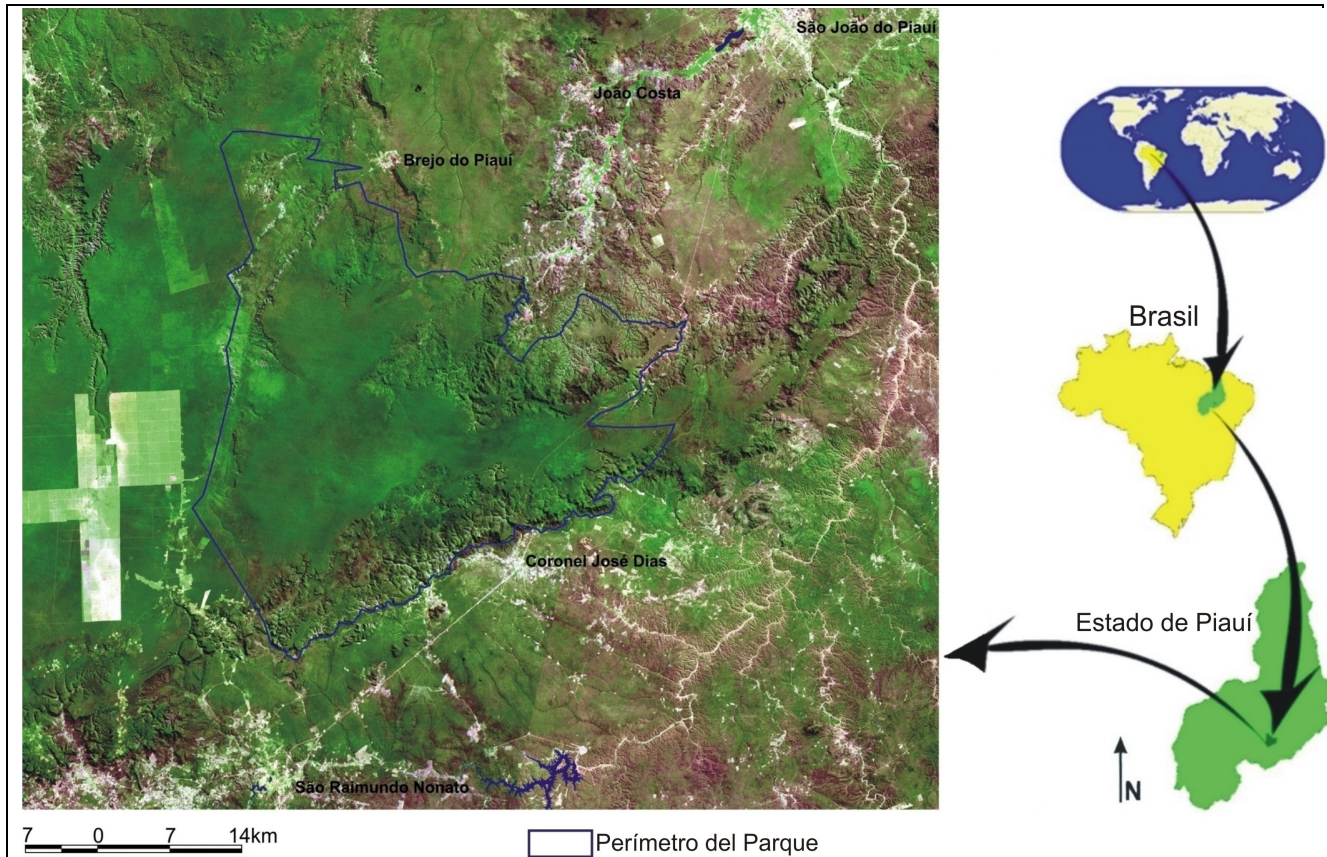
El factor tectónico, muchas veces renegado o subestimado en la configuración del relieve brasileiro comienza a aflorar de manera conspicua en la comunidad geomorfológica brasileira y muchas de las explicaciones sobre modelado producidos entre los años 1960 a 1990 empiezan a ser revistos bajo esa nueva óptica.

UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Serra da Capivara está ubicado en el sureste del Estado de Piauí, ocupando áreas de los municipios de São Raimundo Nonato, João Costa, Brejo do Piauí y

Coronel José Dias, entre las coordenadas $8^{\circ} 26' 50''$ y $8^{\circ} 54' 23''$ latitud sur y $19^{\circ} 42' 47''$ y $42^{\circ} 45' 51''$ longitud oeste. El parque ocupa un área de 129.140 hectáreas y su perímetro es de 214 km (Figura 1).

Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Serra da Capivara.



GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El parque se encuentra en una área limítrofe entre tres grandes y distintos compartimentos geológicos: la Cuenca Sedimentaria del Parnaíba, la faja orogénica Rio Preto y el Cráton del São Francisco. La primera está representada en el parque por las rocas sedimentarias del Grupo Serra Grande del Silúrico y de las Formaciones Pimenteiras y Cabeças del Devónico, además de depósitos coluvio-eluviales del Cuaternario Capeadores. La Faja de Rio Preto se ubica en el límite sureste del parque, predominando rocas metamórficas del Neoproterozoico como: gneisses, cuarcitas, mica-esquistos, metacalcáreas además de intrusiones de granito formando inselbergs. El Cráton del São Francisco se ubica en el límite sur del parque. En él predomina ortogneisses migmatíticos, tonalíticos-trondhjemíticos y granodioríticos, con enclaves máficos y restos de rocas de la parte superior de corteza (Figura 2).

Estos tres compartimentos geológicos distintos sustentan dos compartimentos geomorfológicos también distintos: los Altiplanos y Mesetas de la Cuenca Sedimentaria del Parnaíba y la Depresión del Agreste y del San Francisco (ROSS, 1985).

Los límites sur y sureste del Parque Nacional Serra da Capivara se forman por relieves de cuevas donde son visibles las inclinaciones de las capas sedimentarias en dirección al centro de la cuenca sedimentaria. El relieve de cuevas, en su gran mayoría, fue esculpido en los arenitos y conglomerados del Grupo Serra Grande y poseen desniveles altimétricos de 50 a 150 m. En los puntos más altos del área, el frente de cuesta, alcanza altitudes de 650 m. La evolución de los procesos erosivos de la Cuenca Sedimentaria del Parnaíba produce un relieve ruinoso dando lugar a formaciones rocosas como la Pedra Furada, símbolo del parque (Figura 3).

Figura 2. Mapa Geológico del Parque Serra da Capivara y adyacencias (modificado de Brasil, 2006).

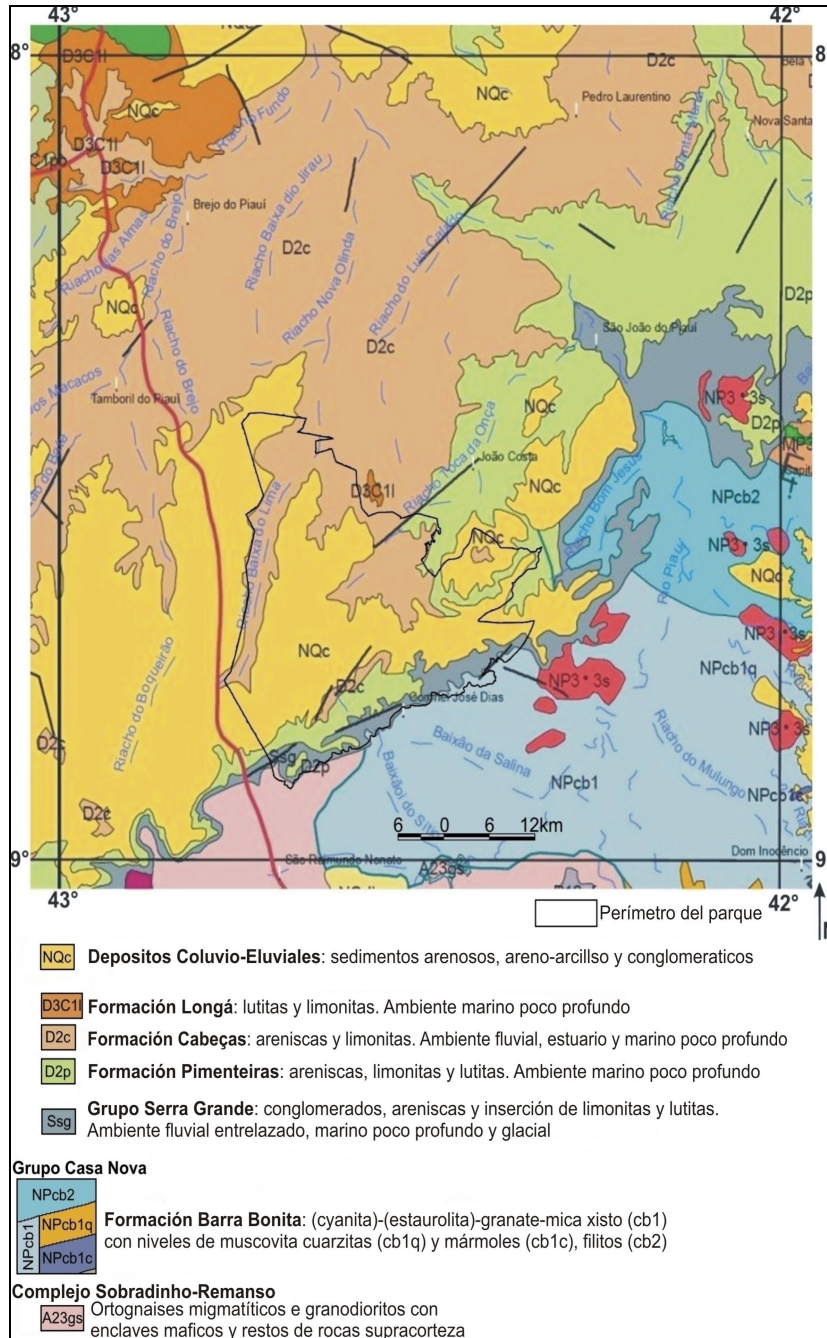
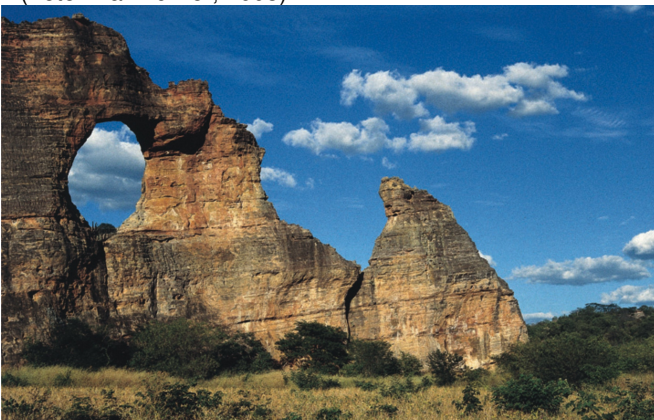


Figura 3. Pedra Furada, formación símbolo del parque (Foto: Max Furrier, 2008).



En la mayor porción del área de cobertura del parque, prevalece un relieve reverso de cuesta de baja inclinación, con dirección para el centro de la cuenca sedimentaria. Esto es interrumpido por escarpes de elevada inclinación esculpidas en los arenitos de la Formación Cabeças, debido a la erosión fluvial ejercida principalmente por los arroyos Baixa do Lima y Toca da Onça en tiempos de clima más húmedo (Figura 2). Los escarpes encontrados en las cercanías del arroyo Baixa do Lima son denominadas localmente de "Serra Branca". La competencia erosiva de estos arroyos, actualmente intermitentes, fue en un período de clima más húmedo, mucho más intensa que la actual a punto de erosionar intensamente las rocas sedimentarias formando

escarpes con elevadas inclinación y cañones. Ese clima más húmedo perduró en la región hasta 9.000 años BP (SUGUIO, 1998), cuando la vegetación local era dominada por flora similar a la de la sabana tropical de Brasil.

Las diaclasas de carácter tectónico encontradas principalmente en los bordes sur y sureste del parque, influyen de forma muy intensa el desarrollo de características morfológicas típicas. La cuestión relevante no es su influencia en la configuración de esas características, pues, con relación a esto no hay dudas. La gran cuestión que germina en este trabajo es en cuanto a génesis de esas características morfológicas, siendo que esta última cuestión podrá ser desvendada en las próximas investigaciones y trabajos a ser producidos con este enfoque. En este trabajo serán abordados las localizaciones, direcciones, posibles orígenes y algunos rasgos típicos producidos por el dinamismo de las aguas que penetran en estas diaclasas, colaborando de forma conspicua y determinante en la evolución y configuración del relieve del área.

METODOLOGÍA

Innumerables trabajos de campo realizados con alumnos y profesores del Colegiado de Arqueología y Preservación Patrimonial de la UNIVASF y otros trabajos de campo hecho con profesionales de la geomorfología hicieron percibir que la evolución del relieve en los bordes sur y sureste del parque está fuertemente y intrínsecamente relacionado a las innumerables fracturas de carácter tectónico-estructural verificadas. Con el apoyo de imágenes orbitales de alta resolución fue posible corroborar la información de campo. A partir del análisis de imágenes de satélite, cartas geológicas y topográficas fue posible identificar con precisión las fracturas desencadenadas por esfuerzos tectónicos y sus respectivas direcciones, prácticamente no dejando dudas de su influencia determinante en la composición y evolución del relieve ruiforme en los bordes sur y sureste del Parque Nacional Serra da Capivara.

El material cartográfico producido en este trabajo se ha realizado con la ayuda del *software* Spring 5.1.7. Todo el material que se estaba construyendo era generado automáticamente a partir de los datos topográficos extraídos de la imagen de radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), con una resolución espacial de 90 m, disponible en la página web <<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>>. Las coordenadas utilizadas fueron UTM y lo Datum SIRGAS 2000.

Desde el corte de la imagen SRTM del área del Parque Nacional Serra de Capivara, se creó un archivo llamado vector muestra. Este archivo

está compuesto por curvas de nivel equidistantes 50 m, generados a partir de los datos de la imagen SRTM. Luego, se generó un Modelo Digital de Elevación (MDE), construido con forma triangular, que ha servido para la generación de la carta de inclinación y una pantalla rectangular, que ha sido utilizado para producir la carta hipsométrica.

Para la creación de la carta de inclinación, el primer paso fue la generación de una malla Triangular Irregular (Triangular Irregular Network – TIN), que muestra la cantidad de datos, favoreciendo un mayor análisis cuantitativo (CÂMARA et al., 2001).

En la producción de TIN, del método de triangulación, utilizada en este trabajo fue *Delaunay*, lo que favorece la creación de los triángulos más cercanos a equiláteros posibles. La tolerancia de isolíneas elegida fue de 10 metros, la distancia entre puntos, e isolíneas de 200 metros, mientras la tolerancia de las líneas de caída de 10 metros y triangulación del borde inferior de 2 metros. Estos valores numéricos fueron adoptados por el hecho que curvas de nivel poseen son equidistantes 10 m, exponiendo a un gran nivel de precisión. Además de las reducidas dimensiones de la zona del Parque Nacional Serra de Capivara, y por lo tanto, son necesarios los valores más bajos para la obtención de una triangulación con fidelidad deseable para la representación de la realidad.

A los efectos de este estudio se utilizaron para las clases de inclinación establecido por Herz y De Biasi (1989) que se refiere a los límites utilizados a nivel internacional, así como los trabajos desarrollados por institutos de investigación del Brasil y sus leyes vigentes. Las clases de inclinación en porcentaje y su equivalente en grados se desglosan en el Tabla 1.

Tabla 1. Clases de inclinación propuestas por Herz y De Biasi (1989) en porcentaje y sus respectivos valores en grados.

Clases de Inclinación	
En porcentaje	En grados
< 12%	< 7,25°
12 - 30%	7,25 - 17°
30 - 47%	17 - 25°
47 - 100%	25 - 45°
> 100%	> 45°

Para la elaboración de la carta hipsométrica se siguieron los siguientes pasos: el archivo vectorizado fue transferido al software Spring 5.03, en el que se haya generado una cuadrícula rectangular formato raster (matriz) y o formato numerico Ponderada por Cota y Cuadrante, con una resolución de 50 píxeles. El siguiente paso consistió en el proceso de fragmentación de las

bandas de altitud, intervalos de 50 a 50 m (200 a 700m).

En la generación de un grid rectangular fue utilizado un interpolador Medio Ponderado por Cota y Cuadrante, con una potencia de 2 metros. Este interpolador fue elegido porque las curvas de nivel y los puntos mencionados dan un mayor nivel de precisión, por lo tanto. No es necesario proporcionar una mayor búsqueda en cuadrícula rectangular.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las diaclasas son rasgos de fractura parcial de un cuerpo en respuesta a una fuerza aplicada (Suguio, 1999). Las diaclasas tienen direcciones variadas de acuerdo con las direcciones de los esfuerzos aplicados. Son de gran importancia en la evolución del relieve terrestre, debido a que son los puntos débiles de ataque por la erosión (GUERRA; TEIXEIRA GUERRA, 1997).

Las diaclasas, visibles a través de las imágenes orbitales, son predominantes en las rocas sedimentarias del Grupo Serra Grande, pero hay también diaclasas en las rocas sedimentarias de las formaciones Pimenteiras y Cabeças. Por tanto, sobre el enfoque de edad litológica, las diaclasas pueden ser extendidas del Silúrico hasta el Devónico, lo que no da ninguna precisión. Son visibles, también, las diaclasas en la Formación cuaternaria capeadora, probablemente reflejo de fracturas en las formaciones silúricas y devónicas sotopostas.

Según Petri y Fúlfaro (1983), las fuerzas actuantes en las cuencas intracratónicas, como la del Parnaíba, han sido descritas como predominantemente de tracción, con base en el concepto teórico de subsidencia en una superficie plana lo que puede ocasionar esfuerzos con el surgimiento de diaclasas.

Otra posibilidad está en los grandes trazos estructurales del basamento Pre-cámbrico (fallas y zonas de ruptura), orientados en las direcciones NE-SW/E-W que parecen condicionar los trazos estructurales generales de la Cuenca del Parnaíba, a través de sucesivos períodos de reactivación. Movimientos diferenciales de bloques a través de fuertes basculamientos bien como el desarrollo de anticlinales y sinclinales son rasgos observados con frecuencia en el registro geológico de la cuenca.

Parte del Cráton del São Francisco muestra una serie de lineamentos topográficos sub-E-W que podrían estar eventualmente relacionados a las fallas con componentes distensivos o mixtos asociados a la compresión E-W, oriunda de los esfuerzos que generaron la fase final de evolución de las fajas de plegamiento septentrionales vecinos (SADOWSKI; CAMPANHA, 2004).

Las notables fallas de Patos y Pernambuco condicionan bordes de cuencas sedimentarias y sus estructuras, supuestamente, adentran por la Cuenca del Parnaíba, como también la Falla inversa Senador Pompeu. Esas fallas fueron reactivadas durante y después de la abertura del Atlántico y están posiblemente relacionadas, no está claro si se formaron sincrónicamente o si eran fallas preexistentes reactivadas posteriormente por el tectonismo transcurrido (SADOWSKI; CAMPANHA, 2004) (Figura 4). No hay dudas de la influencia de esas fallas y de sus reactivaciones posteriores en la configuración y delineamiento del relieve actual. Las direcciones de las fracturas encontradas en el Parque Nacional Serra da Capivara parecen estar relacionadas a las direcciones de estos lineamentos que, probablemente, adentran en el basamento cristalino de la Cuenca del Parnaíba.

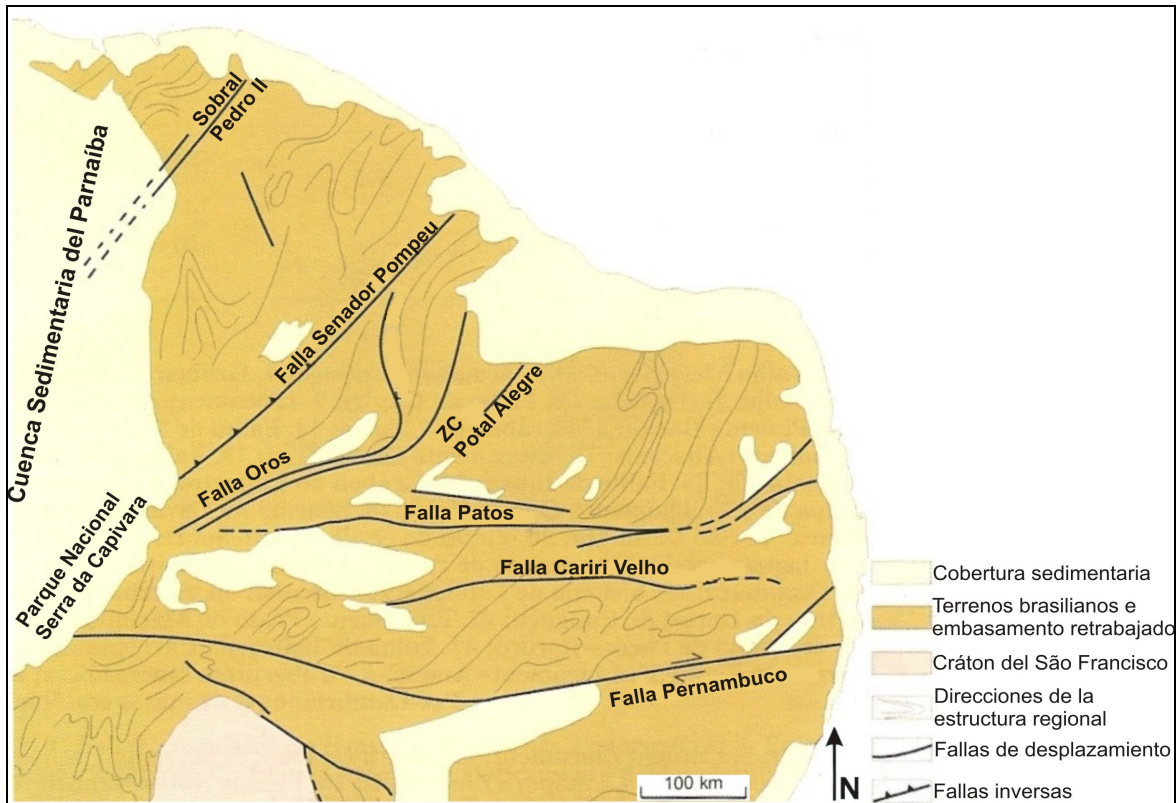
Según Loczy y Ladeira (1980) existe una gran posibilidad de que estas diaclasas se clasifican como las articulaciones de cizalla, como existe una gran posibilidad de estar relacionados con las fallas regionales, donde luego pueden exhibir importantes ampliaciones a lo largo de su dirección. Cuando dos conjuntos de diaclasa se entrelazan con un ángulo alto formando un sistema en conjunto, colocadas simétricamente sobre los ejes principales de la deformación, se consideran las fracturas de cizalla (LOCZY; LADEIRAS, 1980).

Existe, aún la posibilidad que tales fracturas sean atribuidas a la tectónica cenozoica, trabajos desarrollados recientemente en varias partes del territorio brasileiro y principalmente en la Región Noreste generaron el concepto que la estabilidad tectónica de la Plataforma Brasileira es solamente relativa (SAADI et al., 2005).

La imponente de las cuestas encontradas en el parque aparece claramente como una función casi directa de la importancia relativa del levantamiento de los bordes, acompañando la subsidencia de los ejes de la cuenca y el levantamiento del Terreno Pre-cámbrico en su periferia (Figura 5).

La inclinación de capas sedimentarias en la dirección del centro es muy claro elevando los bordes sureste del parque, exponiendo, también, las capas sedimentarias—sobrepuestas. Las mayores elevaciones se encuentran en el centro sur del parque y a ponerse como divisores de agua, mostrando el mayor número de cursos de aguas en la porción sureste que termina por impulsar los procesos geomorfológicos en esta parte.

Figura 4. Principales fallas de la Región Noreste (modificado de BRITO-NEVES, 1983).



El desnivel altimétrico también es mucho más pronunciado en la parte sur del parque, con un agudo déficit total de hasta 300 m. En contraposición, en la parte norte del parque, estas diferencias altimétricas se hacen menos pronunciadas, siendo no superiores a 100 m y presenta relieves escarpados en algunos puntos con morfología más homogénea (Figura 5).

Con la carta de inclinación, es evidente el predominio del relieve tabular o en la mayoría del parque, con una inclinación, predominante, inferior al 12 %. También es claramente visible, la alta pendiente encontrados en el borde sureste y leste del parque divergiendo en otras partes del parque, principalmente, en el sur, donde se encuentran con relativa facilidad, declives superiores a 45° vinculados a numerosas diaclasas, verificado en esta parte (Figura 6).

En períodos de lluvias intensas, se produce la formación de numerosas cascadas en la dirección de la parte inferior de estos diaclasas que forman los flujos turbulentos y con alta concentración del agua impulsando los procesos morfológicos, y por eso es muy diferente de los procesos que ocurren en otras partes del parque donde la presencia de relieve ruiforme es insignificante o inexistente.

En la porción sur del parque, más precisamente en el sitio arqueológico “Toca das Pedrinhas Pintadas” y alrededores, se observa un nítido sistema de diaclasas con dirección N-S, en la porción oeste de este sitio, y con dirección NNE-SSW en la porción este, cortando las cuevas esculpidas en el Grupo Serra Grande (Figura 7).

Siguiendo para el noreste, en el entorno del sitio arqueológico “Toca dos Oitenta”, se observa un conspicuo valle fluvial excavado en períodos de clima más húmedo, cuando los ríos eran más caudalosos y, por lo tanto, con más capacidad en el proceso de incisión fluvial. A través de imágenes de satélite, se puede observar en esta área un intrigado sistema de diaclasas con interceptaciones de otro sistema de diaclasas con direcciones perpendiculares, con orientación N-S y NW-SE sugiriendo esfuerzos diferenciados (Figura 8). En estas interceptaciones, se puede observar el desarrollo de áreas más abiertas donde los procesos erosivos fueron más intensos debido al encuentro de aguas pluviales generando fuerte turbulencia y, por tanto, mayor capacidad erosiva.

Figura 5. Carta hipsométrica del Parque Nacional Serra da Capivara.

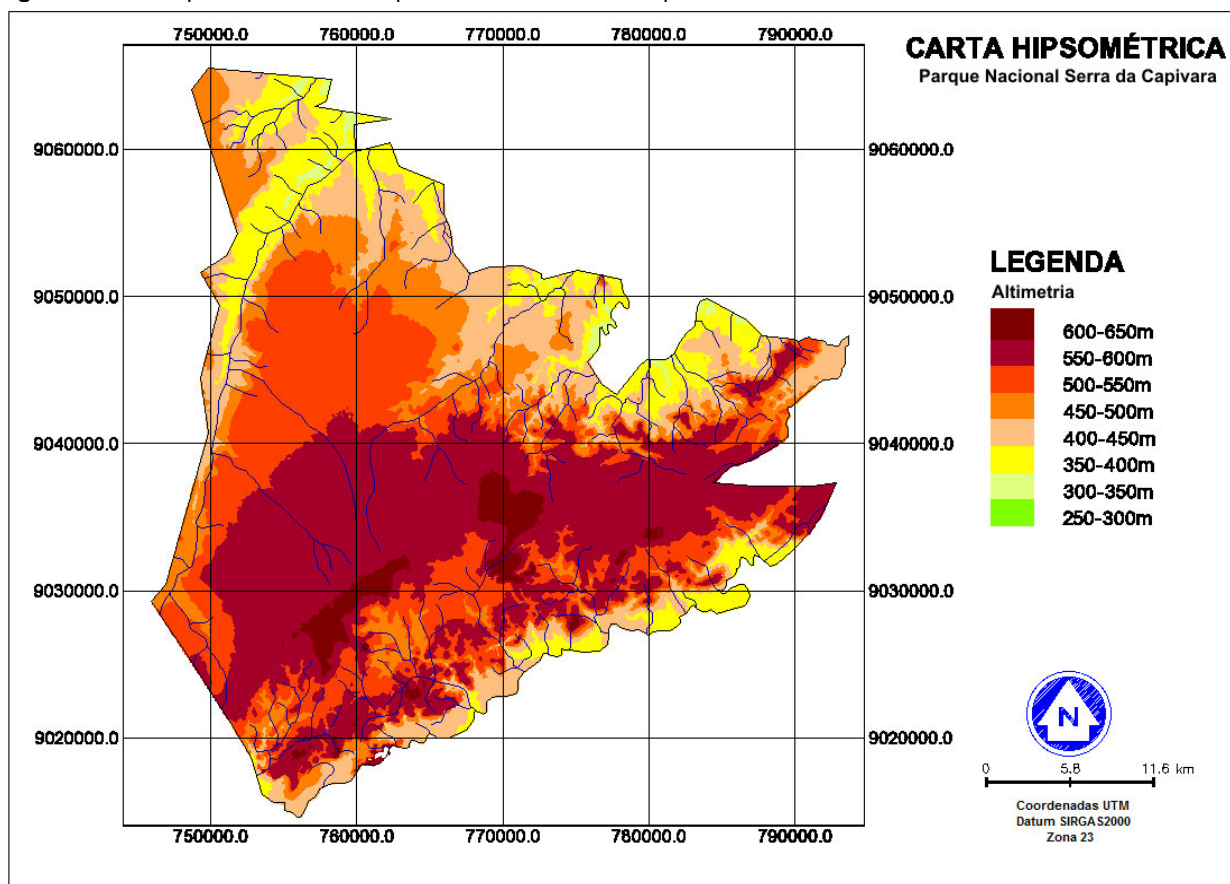


Figura 6. Carta de inclinación del Parque Nacional Serra da Capivara.

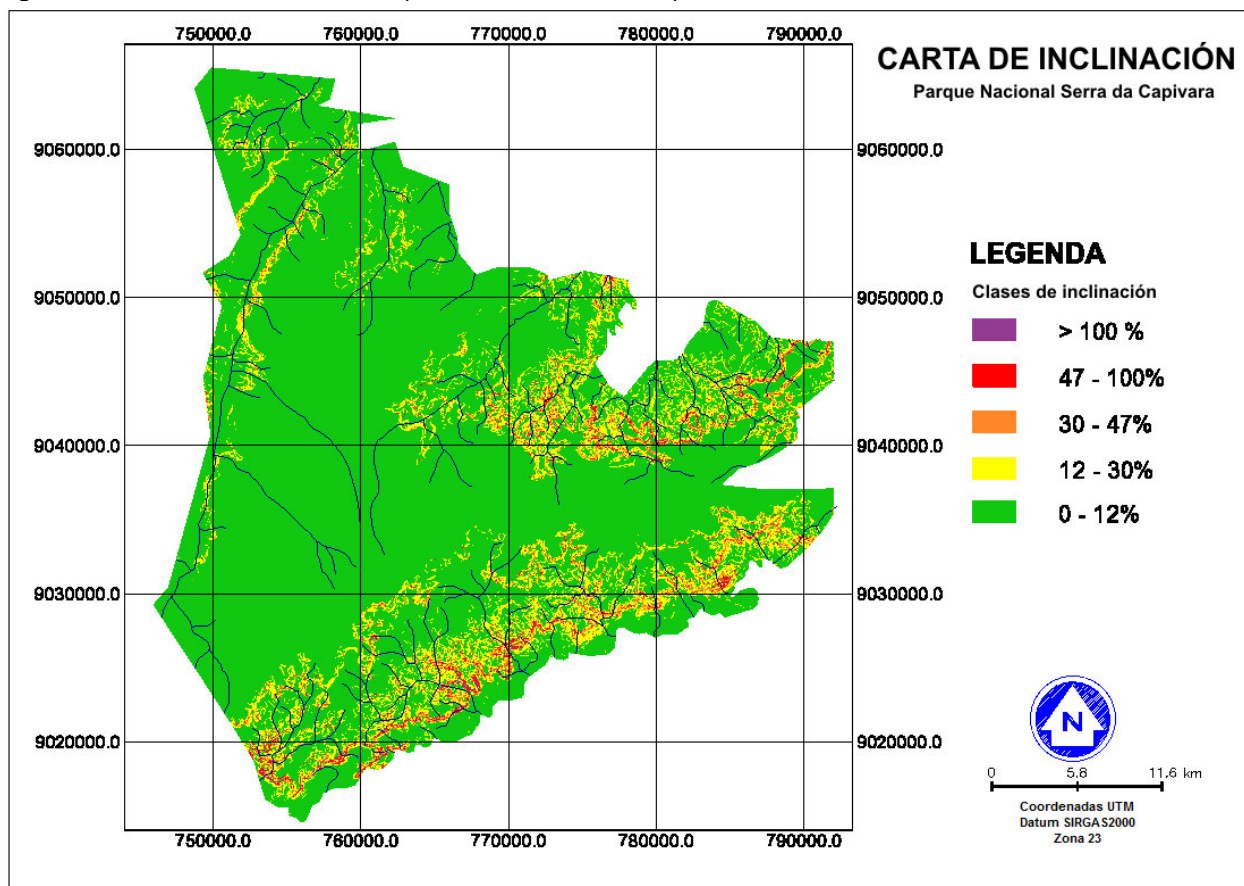


Figura 7. Diaclasas con orientaciones N-S y NNE-SSW en el sitio arqueológico Toca das Pedrinhas Pintadas y adyacencias (Fuente: earth.google.com.br).

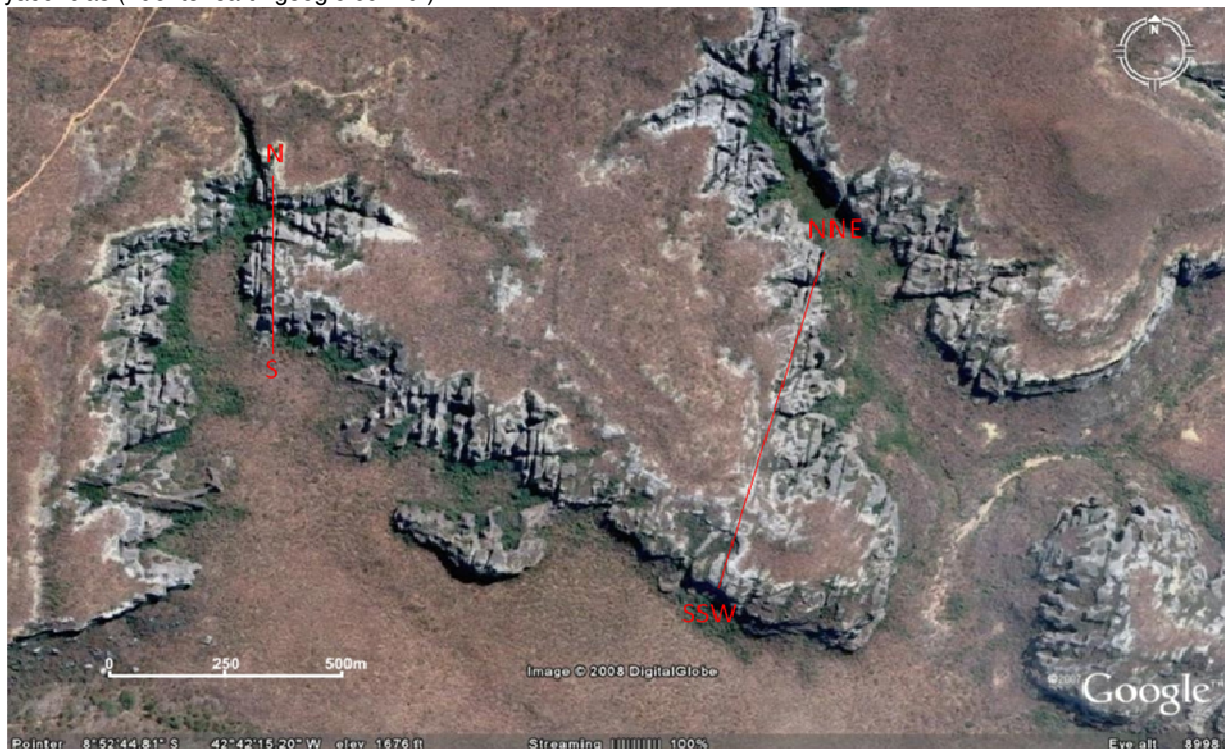
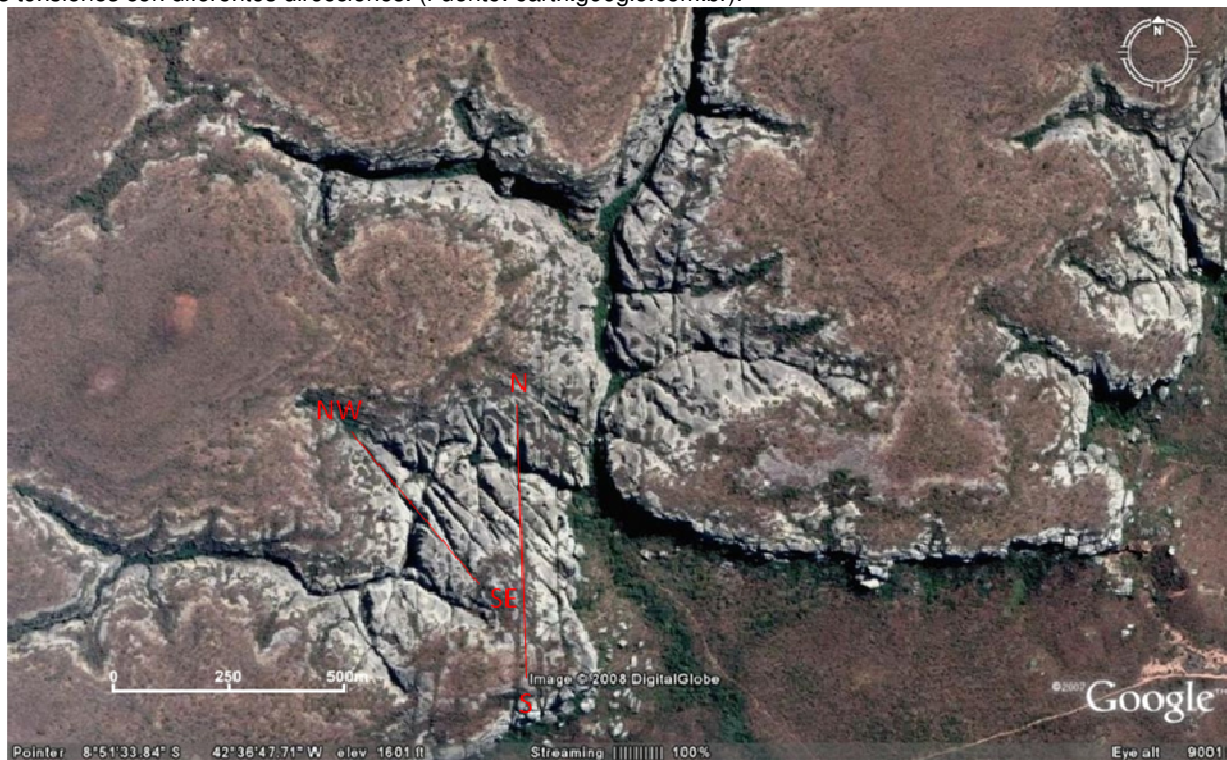


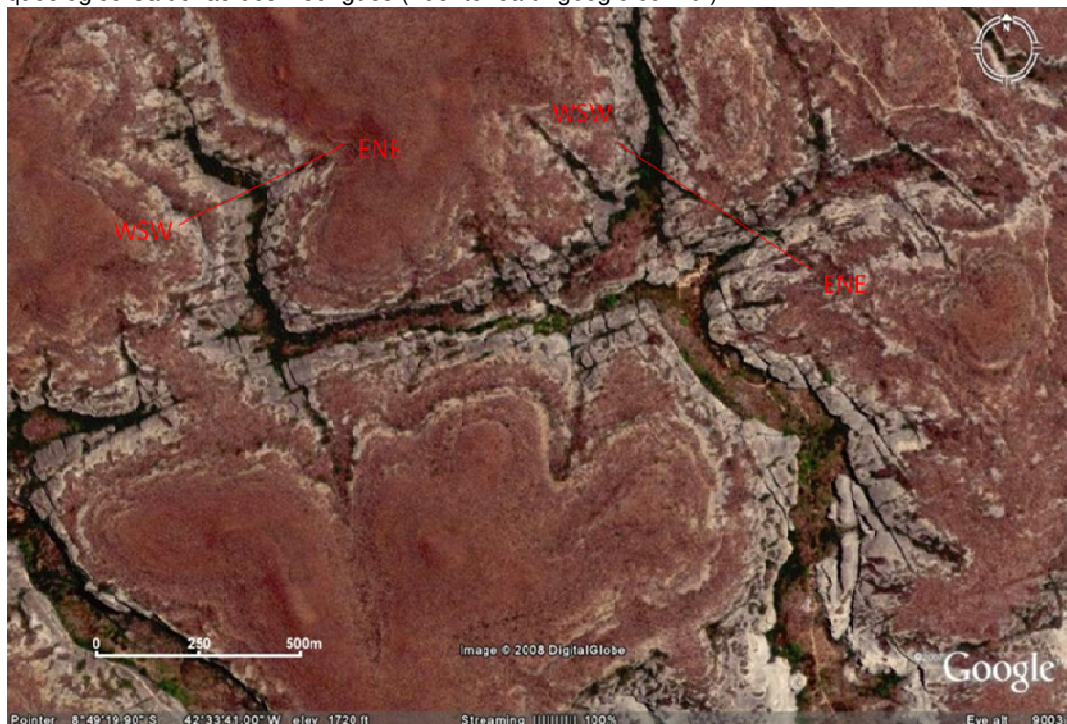
Figura 8. Diaclasas con orientaciones N-S y NW-SE en el entorno del sitio arqueológico Toca dos Oitenta, Evidenciando las tensiones con diferentes direcciones. (Fuente: earth.google.com.br).



En dirección al noreste, que es la dirección del lineamiento principal de las cuevas del Parque Nacional Serra da Capivara, en las inmediaciones del sitio arqueológico "Caldeirão dos Rodrigues", se verifica un sistema de diaclasas principal de WSW-ENE que acaba por encontrar, en la

porción este del sitio, con otro sistema de diaclasas de dirección NW-SE (Figura 9). El encuentro de diaclasas casi perpendiculares es sugestivo de esfuerzos con diferentes direcciones.

Figura 9. Diaclasas con orientaciones WSW-ENE intersectadas com diaclasas con orientaciones NW-SE en la región del sitio arqueológico Caldeirão dos Rodrigues (Fuente: earth.google.com.br).



Al noreste en dirección al lineamiento de las cuestas de la Cuenca del Parnaíba, se encuentra el Boqueirão da Pedra Furada, principal y más conocido sitio arqueológico del parque (Figura 10). Al noroeste de este sitio se verifica un sistema de diaclasas orientadas WSW-ENE, intersectadas por un sistema de diaclasas y predominantes en los alrededores del sitio con dirección NW-SE. En las imágenes satelitales de

esta área se nota con extrema nitidez como estas diaclasas condicionan, de forma relevante, el modelado del relieve ruiforme, inclusive la Pedra Furada, que evoluciona a partir de una fractura de dirección NW-SE, y después, debido a la erosión eólica diferencial, fue esculpido el agujero circular en su centro que acabó por sugerir su nombre (Figura 3).

Figura 10. Diaclasas con orientaciones NW-SE interseccionadas por diaclasas WSW-ENE en las inmediaciones del Boqueirão da Pedra Furada (Fuente: earth.google.com.br).



CONCLUSIONES

Los mapas temáticos diseñados, así como las imágenes satelitales obtenidas, demuestran que el factor tectónico es predominante en la evolución del modelo se hace énfasis en la formación del relieve ruñiforme, muy común en el borde sureste del parque. Las direcciones de estas diaclasas parecen aprovecharse de las fallas del basamento cristalino Pré-Cámbrico que sustenta la cuenca de Parnaíba.

Es innegable que estos sistemas de diaclasas encontrado influencia notoriamente en evolución morfológica de borde sudeste del parque, porque estas diaclasas las lluvias torrenciales obedecen a su dirección fomentando el poder erosivo del agua como consecuencia una evolución del modelado demasiado rápido.

El desagüe de las aguas pluviales ocurre, preferentemente, por las fracturas, donde el flujo se torna más concentrado y, por lo tanto, con mayor poder de erosión, dinamizando la evolución del relieve por la meteorización física. Cuando las aguas quedan represadas en porciones dentro de esas fracturas formando los llamados "calderones", o infiltrando por los poros de las rocas sedimentarias y disolviendo su cemento, la meteorización química pasa también a contribuir de forma acentuada en la evolución del relieve.

Aunque se encuentren fracturas con distintas direcciones, hay una nítida predominancia de fracturas de dirección NW-SE, lo que corrobora la idea que grandes trazos estructurales del embasamiento Pré-Cámbrico están orientados en esta misma dirección y, posiblemente, reactivados durante y después de la abertura del Atlántico, condicionan los trazos estructurales generales de la Cuenca del Parnaíba en esta área. Las direcciones encontradas para las fracturas también refuerzan la idea de esfuerzos distintos en la dirección y en la escala temporal, además de crear la hipótesis de la convergencia de los lineamentos y fallas de direcciones diversas descritos anteriormente.

Es primordial y indiscutible la influencia de estos sistemas de diaclasas en la evolución y configuración geomorfológica del Parque Nacional Serra da Capivara, a pesar del correcto entendimiento de la génesis de estos esfuerzos estar lejos de una explicación convincente y única. Lo que este estudio demuestra que el factor estructural y tectónicos no puede descuidarse en Brasil en los estudios geomorfológicos que en décadas atrás fue dado mucha importancia sólo factores climáticos.

REFERENCIAS

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Mapa geológico do Estado do Piauí**. Brasília: CPRM, 2006. 1 Mapa. Escala 1:100.000.

BRITO NEVES, B. B. **O mapa geológico do nordeste oriental do nordeste do Brasil, escala 1/1.000.000**. 1983. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

CÂMARA, G., SOUZA, R. C. M., FREITAS, U. M., GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by object-oriented data modelling**. Computers e Graphics, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

GUERRA, A. T. Y TEIXEIRA GUERRA, A. J. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 648 p., 1997.

HERZ, R.; DE BIASI, M. **Crêterios e legendas para macrozoneamento costeiro**. Brasília: Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, 1989.

LOCZY, L.; LADEIRA, E. A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica**. São Paulo: Edgard Blücher; Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1980. 528 p.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP, 1983. 646 p.

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia da FFLCH/USP**, v. 4, p. 25-39, 1985.

SAADI, A., BEZERRA, F. H. R., COSTA, R. D., IGREJA, H. L. S., FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C. R. de; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; OLIVEIRA, P. E. (Org.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 211-234.

SADOWSKI, G. R.; CAMPANHA, G. A. C. Grandes falhas do Brasil continental. En: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito-Neves, B. B. de (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca. 2004. p. 407-421.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. São Paulo: Paulo's Comunicações e artes gráficas, 1999. 408 p.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1217 p.