

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL GRABEN DEL RÍO MAMANGUAPE Y LAS ZONAS ADYACENTES, BORDE ORIENTAL DEL ESTADO DE PARAÍBA, BRASIL

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO GRABEN DO RÍO MAMANGUAPE E ADJACÊNCIAS, BORDA ORIENTAL DO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MAMANGUAPE RIVER GRABEN AND ADJACENT AREAS, EASTERN EDGE OF THE STATE OF PARAIBA, BRAZIL

Wesley Ramos Nóbrega¹ Alexandre dos Santos Souza¹ Diego Nunes Valadares¹ & Max Furrier¹

¹Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Centro de Ciências Exatas e da Natureza; Departamento de Geociências; João Pessoa (PB) CEP 58059-900

Ramos Nóbrega; Wesley; Dos Souza, Alexandre; Nunes Valadares, Diego; Max Furrier (2014): *Caracterización geomorfológica del graben del río mamanguape y las zonas adyacentes, borde oriental del Estado de Paraíba, Brasil*. GEOLOGÍA COLOMBIANA, Vol. 37. Bogotá, Colombia. pp. 161-169.

Manuscrito recibido: 10 de julio de 2011; aceptado: 26 de octubre de 2013.

Resumen

Este trabajo se basa en el uso de tres hojas topográficas a escala 1:25.000, que corresponden a áreas en el borde oriental del Estado de Paraíba, en el nororiente de Brasil. Con esta escala fue posible realizar un mapeo de detalle sin precedentes del graben del Río Mamanguape en su curso medio e inferior, y sus alrededores. Inicialmente, la vectorización de hojas topográficas permitió la elaboración de planchas temáticas y Modelos Digitales del Terreno (MDT), a través de los cuales se consiguió una mayor percepción de toda la configuración geomorfológica de la zona en cuestión, con las diferencias altimétricas entre sus bordes norte y sur que se extiende junto a todo el recorrido del graben, y que muestra también la presencia de un relieve de acantilados, laderas sobre los hombros o *shoulder*, los patrones asimétricos de redes de drenaje, así como la exposición de otra prueba de las deformaciones neo-tectónicas actuando en la captura de los drenajes e influenciando fuertemente algunos ríos y arroyos.

Palabras clave: Graben de Mamanguape, Formación Barreiras, Mesetas Costeras.

Resumo

O presente trabalho está fundamentado na utilização de três cartas topográficas na escala 1:25.000, que estão localizadas na borda oriental do estado da Paraíba, no nordeste do Brasil. Com essa escala tornou-se possível um mapeamento de detalhe inédito do graben do rio Mamanguape, em seu médio e baixo curso, e suas adjacências. Inicialmente, a vetorização das cartas topográficas possibilitou a elaboração de cartas temáticas e do Modelo Digital do Terreno (MDT), através dos quais se tornou possível uma percepção aprimorada de toda a configuração geomorfológica da área em questão, que apresenta diferenças altimétricas discrepantes entre suas bordas norte e sul que percorre toda a adjacência do graben, evidenciando também, um relevo com

presença de escarpas, vertentes em ombreiras ou *shoulders*, padrões assimétricos das redes de drenagem, além de expor outras evidências de possíveis deformações neotectônicas que estão presentes nas capturas de drenagens e inflexão de alguns rios e riachos.

Palavras-chave: Graben do Mamanguape, Formação Barreiras, Tabuleiros Litorâneos.

Abstract

This work is based on the use of three topographic charts in the scale 1:25.000 corresponding to an area in the eastern edge of the State of Paraíba, in the northeast of Brazil. With this scale an unprecedented quality of mapping of the Mamanguape River graben in its lower and medium course as well as its surroundings became possible. Initially, the vectoring of the topographic charts allowed the elaboration of thematic maps and Digital Terrain Models (DTM), through which one can get an enhanced perception of the complete geomorphological configuration of the area in question, with altimetric variations from north to south throughout the whole length of the graben, also a relief showing the presence of scarps, asymmetric valleys, slopes on shoulders or shoulder pads, asymmetrical patterns of drainage networks, as well as exposing other evidence of deformation neo-tectonics, which are present in the catch drainage, and inflection of some rivers and streams.

Keywords: Mamanguape River graben, Barreiras Formation, Coastal Tablelands.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo como objetivo presentar las características geomorfológicas presentes en un recorte de una parte del extremo oriental del Estado de Paraíba, en el noreste de Brasil, en la región correspondiente a las hojas topográficas de: Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO), Río Tinto (SB.25-Y-C-III-3-NE) y Barra de Mamanguape (SB.25-Y-A-VI-3-NO), que siguen en sentido W-E, formando un complejo geomorfológico de estructuras distintas en el relieve, en la composición del terreno, en la hidrografía y en los efectos provocados por la acción del tectonismo ocurrido en el lugar.

El resultado obtenido en esta investigación posibilitó un elevado nivel de detalle del área de estudio, presentando un mapeo inédito de las facciones geomorfológicas de un complejo estructural que abarca el Formação Barreiras y se extiende hacia el interior del continente, hasta alcanzar el basamento cristalino Neoproterozoico.

Las planchas temáticas producidas proporcionaron una visión apurada de las peculiaridades geomorfológicas generadas como consecuencia del fuerte control

estructural morfotectónico presente en el Terreno Alto Pajéu (TAP), que forma el basamento de toda el área de estudio. Este terreno (TAP) fue afectado por movimientos en el Cenozoico, que reactivó antiguas líneas de fallas del Proterozoico, dando origen al Graben del Río Mamanguape, que se extiende perpendicularmente a la línea de costa actual.

El TAP, así como los terrenos limítrofes, están separados por líneas de fallas reactivadas (de base) que fueron rellenadas por los cursos de agua regionales. Entre estos ríos, se encuentra el Río Mamanguape, que se presenta alineado a una falla normal moderna de sentido (WSW-ESE) (Brito Neves *et al.*, 2008).

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA

El área de estudio (Figura 1) comprende una franja emergida de aproximadamente 38 km de largo por 14 km de ancho, ocupando un área de 532 km². Abarca las hojas topográficas de la Barra de Mamanguape, Río Tinto e Itapororoca. Toda esta área está inserta en la microrregión del litoral norte paraibano, siendo el Río Mamanguape el drenaje de mayor expresión, formando en su bajo curso un extenso manglar.

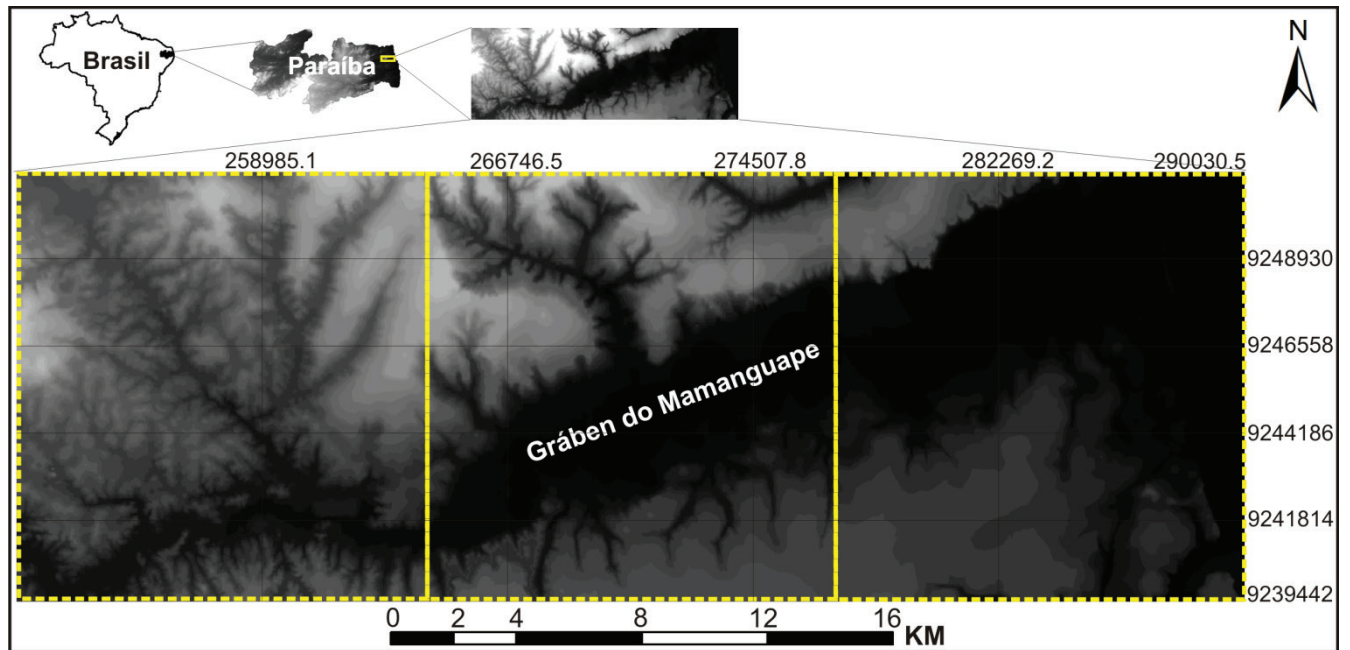


Figura 1. Localización del área de estudio en imagen de nivel gris generada por el SPRING 5.1.7, a partir de las hojas topográficas vectorizadas.

Figure 1. Location of the study area in gray level image generated by SPRING 5.1.7, as of vectorized topographic charts.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

De acuerdo con el mapa geológico del Estado de Paraíba (Santos *et al.*, 2002), la región que comprende el área de estudio (Figura 2) está constituida por un compartimiento litótopo constituido por facciones distintas que están presentes en el sustrato neoproterozoico del terreno Alto Pajéu (TAP), localizado en la provincia de Borborema, estando representado desde los sedimentos areno-arcillosos, depositados por sistemas fluviales entrelazados y predominantes en el Formação Barreiras (ENb).

En el fundamento de las hojas de Río Tinto y Barra de Mamanguape, extendiéndose hasta una región intruída por plutones del Ciclo Brasileño en la región que distingue la hoja de Itapororoca (vide Brito Neves *et al.*, 2008). En el mapa geológico del área, se presenta de forma relevante el pasaje del dominio del Formación Barreiras para la base cristalina localizada al oeste en el curso medio del Río Mamanguape, donde es cortado perpendicularmente por la BR-101, desde la cual se

pueden avistar exposiciones de rocas de basamento cristalino cara a cara, en la misma cota, con los depósitos sedimentarios del Formación Barreiras (Brito Neves *et al.*, 2004).

Este autor incluso afirma que en el bloque alto de la Falla de Mamanguape se presentan extrañas exposiciones de base precámbrica, estando aflorando en sus pendientes rocas de naturaleza metagrauáquicas del TAP y un conjunto de rocas graníticas (Brito Neves *et al.*, 2008).

La región estudiada está situada entre los lineamientos de Patos y Pernambuco, en la megaestructura de la Zona Transversal, donde se inserta el terreno anteriormente mencionado Alto Pajéu (TAP), cuya estructura está compuesta por unidades gnéissicas paleoproterozoicas, metavulcanosedimentarias, metaplutónicas y granitoides, que están comprendidas entre zonas de cisallamiento correspondientes asociadas al Evento Brasileño (Santos, 2004).

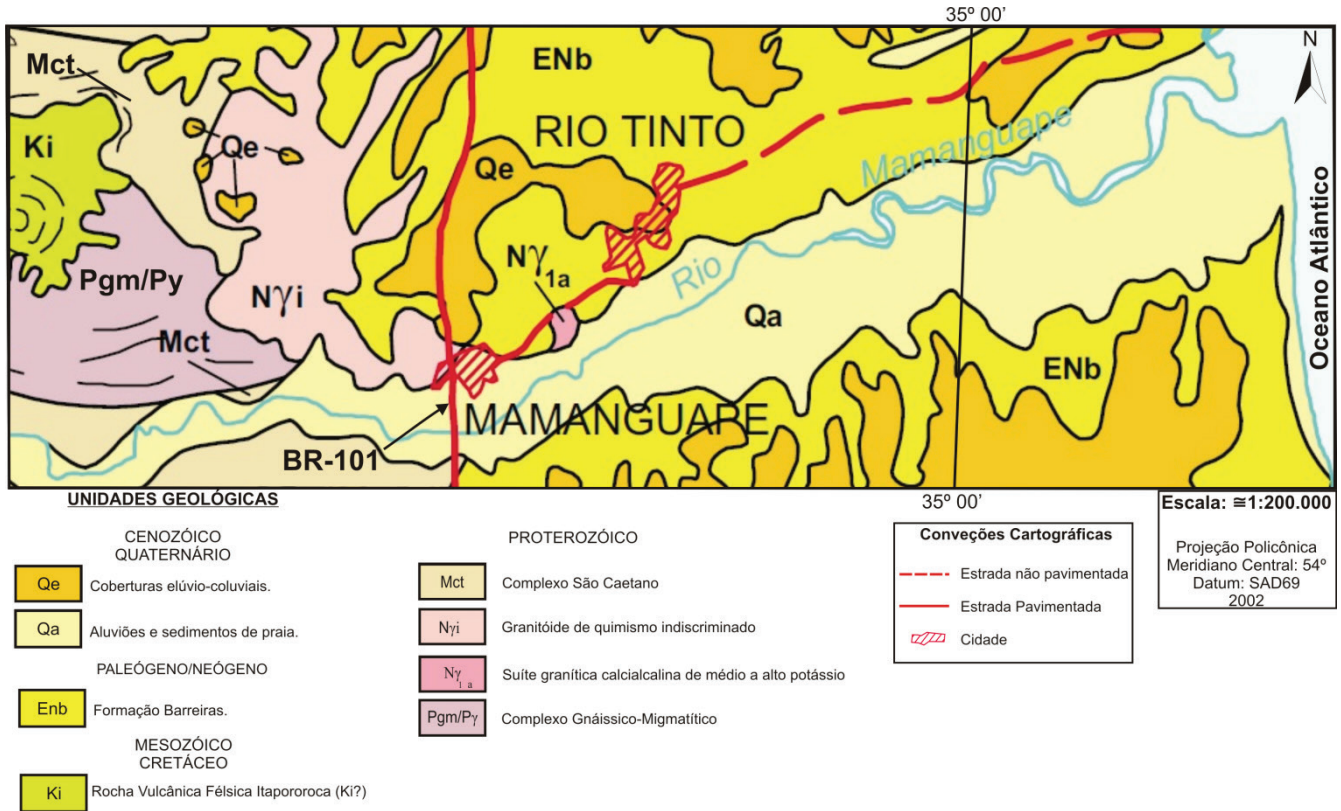


Figura 2. Recorte extraído del mapa geológico del Estado de Paraíba (modificado Santos *et al.*, 2002).

Figure 2. Section extracted from the geological map of the Paraíba State (modified Santos *et al.*, 2002).

De acuerdo con el mapa geológico de Paraíba, Santos *et al.* (2002), son encontradas en la región estudiada las siguientes litologías: rocas del complejo gnéisico-migmatítico (Pgm/py – retrabajados en el Meso y Neoproterozoico), rocas volcánicas félsicas de Itapororoca (Ki – sin datos geocronológicos, atribuidas a una edad cretácica por correlación con el volcanismo de la Cuenca del Cabo); un granitoide de química indefinida (Nyi); una suite granítica calcoalcalina (Ny_{1a}); coberturas eluvio-coluviales (Qe - asociados al sistema tafrogénico Paleógeno del Saliente Oriental Nordeste, Brito Neves *et al.*, 1999); aluviões (Qa - representados por los aluviões del Río Mamanguape; y Formación Barreiras (ENb - presentando estratificaciones tabulares/planas de fuerte ángulo, indicando alta descarga de un sistema fluvial en canales confinados que migran formando las barras.

El Graben del Mamanguape se encuentra condicionado a zonas de cisallamiento detalladas en los trabajos de Brito Neves *et al.* (2004 y 2008) anteriormente mencionados. De esas fallas, destacamos la zona de carácter siniestral de Mulungú - Violeta (SW-NE), Mari Barro-Branco o

del Río Gurinhzinho, al sur, y el tramo norte de la línea Galante-Guarabira. Según este autor, la “tectónica distensional” ocurrida en el área tras el arqueamiento pos-cretáceo superior surgió en base a antiguas zonas de fallas precámbricas (Figura 3), presentadas como de cisallamiento simples y de transgresión, desde finales del Neoproterozoico a inicio del Cámbrico, que estuvieron activas durante la cratonización de la provincia de Borborema.

El graben del Río Mamanguape, según Brito Neves *et al.* (2004), presenta un relleno sedimentario discontinuo, en base a la acción del ciclo erosivo reciente, estando constituidos principalmente por depósitos rudáceos, conglomerados, lamitosseixosos a arenosos y areniscas relacionados probablemente a sistemas de abanicos aluviales y planicies de ríos entrelazados. Por lo tanto, la geomorfología se diferencia radicalmente en razón del sustrato presente en cada área, además de los ríos estar siendo entallados solamente en áreas cuyo comportamiento es excepcionalmente sedimentario. Este hecho es identificado por Brito Neves *et al.* (2008), cuando afirma que los afluentes del Río Mamanguape se presentan tectónicamente encajados.

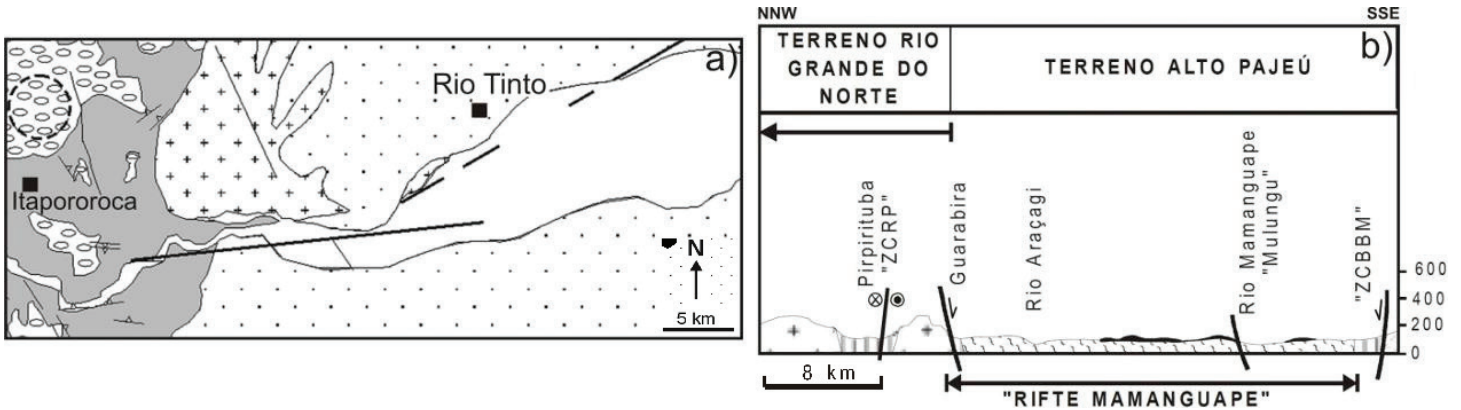


Figura 3. 3a: Recorte extraído del esbozo geológico elaborado por Brito Neves (2008), presentando las líneas de fallas que condicionan el graben. **3b.** Recorte de la sección geológica esquemática presentada por Brito Neves (2004) del sistema Terafógeno Paleógeno del Saliente Oriental Nordeste en Paraíba

Figure 3. 3a: Section extracted from the geological sketch by Brito Neves (2008), showing the fault lines that determine the graben. **3b.** Section extracted from the geological session by Brito Neves (2004) of Tertiary Taphrogenic System of the Eastern Paraíba Salient, Northeastern.

A lo largo de todas las hojas topográficas, desde el pasaje de los sustratos, hasta el inicio y el fin del graben del Río Mamanguape, se constata un comportamiento de un teclado de piano, con sectores erguidos y rebajados alternadamente, separado por el principal río perpendicular a la línea de la costa (Furrier *et al.*, 2006).

Esta morfología se impone fielmente a la región estudiada, por poseer áreas erguidas y rebajadas, en lo que comprende los compartimentos que están separados por el Río Mamanguape. El dominio de las Mesetas Litoráneas al norte y al sur del graben del Río Mamanguape presenta las características estructurales relacionadas con las reactivaciones tectónicas cenozoicas. Según Furrier *et al.* (2006), estas áreas están caracterizadas por erguimientos distintos y basculaciones, en los diferentes niveles de los valles fluviales y en el patrón asimétrico de muchas redes de drenaje. La base estructural también influyó fuertemente el patrón de estas redes de drenaje local, y consiguientemente, la disposición de las mesetas (*op. cit.*).

El área más elevada, localizada en la región norte del graben representa el alto estructural de Mamanguape (Feitosa *et al.*, 2002), que habría servido de barrera al avance de la sedimentación clástica continental precedente del sur, siendo considerado, por tanto, como límite norte de la Formación Beberibe y de los carbonatos de la Formación Gramame. Sobre este alto existen apenas las areniscas calcáreas y lentes aislados de calizas arenosas, resultantes de la máxima transgresión que cubrió esta área (Barbosa, 2004).

METODOLOGÍA

Este trabajo está fundamentado en productos cartográficos digitales, desarrollados a partir de la vectorización de las tres hojas topográficas a escala de 1:25.000, con equidistancia entre las curvas de nivel de 10 m.

Las hojas utilizadas fueron: Itapororoca (SB.25-Y-A-V-4-NO), Río Tinto (SB.25-Y-C-III-3-NE) y Barra de Mamanguape (SB.25-Y-A-VI-3-NO). Las tres hojas mencionadas fueron utilizadas en la elaboración del MDT (Figura 5) y de las planchas hipsométricas y de declividad (Figura 4b e 4c).

Para la elaboración de la carta clinográfica fueron adoptadas las clases de inclinación de las pendientes propuestas por Herz y De Biase (1989). La definición de las clases de inclinación de las pendientes usadas en este trabajo estuvieron basadas en Herz y De Biasi (*op. cit.*), que establecieron estas clases según límites empleados internacionalmente, así como a trabajos desarrollados por institutos de investigación nacionales y a leyes vigentes en Brasil.

Las planchas fueron digitalizadas en formato JPEG, permitiendo su importación para *softwares* específicos, para realizar la vectorización y cálculos matemáticos, posibilitando la elaboración del mapeo del área de estudio.

RESULTADOS

En la región correspondiente a la hoja topográfica Itapororoca (sección oeste del área de estudio), fueron

observadas altimetrías superiores a 170 m, tanto a NW del Río Seco como a NE del Arroyo Luis Dias, con presencia de promontorios con superficies levemente redondeadas, valles y desniveles característicos de una zona afectada por esfuerzos de compresión y tensión, creando un modelaje típico de áreas donde el plegamiento tectónico tuvo influencia fundamental en la configuración del relieve y en la red hidrográfica del rift que configura el valle del Río Mamanguape en su medio curso.

El noreste del hoja de Itapororoca, el Río Santa Cruz, así como los arroyos Luis Dias y Seco son evidencias conspicuas de la acción tectónica ocurrida en el lugar, pues tanto el río como los dos arroyos citados presentan sentidos discordantes del patrón de drenaje regional.

Al noroeste, la red fluvial se proyecta de manera peculiar, con elevada pendiente hidráulica. La actuación de esta pendiente en esta parte del terreno se estableció principalmente en el entorno del flanco erosionado del episodio Itapororoca. Esta estructura está representada por un alto topográfico de bordes suaves y contorno ligeramente ampliado con altimetría superior a 170 m en algunos puntos, y con extensión longitudinal de aproximadamente siete kilómetros.

Esta morfología es percibida en el modo como afluyen los arroyos del área en dirección al Río Seco. En la parte central del rift, donde está delineado el curso medio del Río Mamanguape, el flujo sigue para el este un patrón meandrante de estructura irregular. El drenaje fluvial está constituido por una malla de afluentes poco entallados en la sección sur del Río Mamanguape, donde la altimetría no excede los 80 m. Ya en la sección norte, los ríos son más voluminosos y acentuados, ajustados por líneas de fallas en la estructura de las rocas (N_γi). Formando un patrón centrípeto que converge en dirección al Río Mamanguape.

Los resultados verificados contribuyen significativamente en el levantamiento de evidencias de un posible control estructural y tectónico acontecido en el lugar, conforme fue observado en el patrón de drenaje. Por consiguiente, esta posible morfotectónica, asociada a los factores exógenos, corroboran el modelaje geomorfológico del área, constituyendo compartimentos de formas distintas, no apenas en la hoja de Itapororoca, sino también en las hojas adyacentes utilizadas en esta investigación.

En el sector comprendido por el hoja topográfico del Río Tinto (sección central del área de estudio), la imagen *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) y la plancha hipsométrica (Figuras 4a e 4b) posibilitaron un entendimiento bastante detallado del área, mostrando dos características peculiares principales: el acentuado

desnivel altimétrico con las mesetas localizadas en la sección norte del graben, poseyendo altitudes de hasta 200 m, y las localizadas en la sección sur, con altitudes máximas de 80 m, representando, por tanto, una diferencia altimétrica de 120 m entre las dos mesetas que lo confinan.

La plancha de inclinación de las pendientes (Figura 4c) muestra con gran nitidez los límites norte y sur del graben, donde se observan inclinación de las pendientes superiores en el borde norte, variando con mayor frecuencia valores comprendidos entre 47 – 100%, además de exhibir con bastante claridad los elevados incisionados formados por los ríos Tinto y Jacaré (Figura 5), cuyos pendientes alcanzan hasta 100% de declividad, estando estos dos ríos fuertemente encajados en sus respectivos valles. Estos ríos vienen ejerciendo su papel de modelador del relieve con extrema eficacia además de ser los grandes proveedores de sedimentos para el interior del graben del Río Mamanguape.

El Río Jacaré, localizado en el noreste del área de estudio, entalla fuertemente el relieve, formando un valle encajado con declividades superiores a 100% en algunos puntos de sus acantilados, principalmente en las proximidades de su cabecera, evidenciando un proceso acelerado de retroceso de la cabecera, que en un futuro próximo podrá derivar en un proceso de captura de drenaje junto a la cabecera de drenaje del arroyo Catolé, que actualmente dista únicamente a 270 m.

El Río Mamanguape, debido a la diferencia altimétrica entre las mesetas que lo confinan, presenta una red de drenaje extremadamente asimétrica, con los ríos oriundos de las mesetas localizados al norte, más aventajados, entallados, y con retrocesos de las cabeceras bastante expresivos, formando acantilados con declividades mucho más superiores que los ríos oriundos de las mesetas localizadas al sur del graben.

Esta acentuada diferencia entre las Mesetas Costeras que confinan el graben del Río Mamanguape corrobora la idea de reactivaciones post-cretácicas en el área, ya que esta acentuada diferencia altimétrica no puede ser explicada solamente por el factor climático, pues toda el área se encuentra bajo el mismo tipo de clima y pluviosidad similar, lo que imposibilitaría la discrepancia morfológica verificada.

En la hoja topográfica Barra de Mamanguape (sección este del área de estudio), es verificada la mayor anchura del graben, con aproximadamente 5,12 km. También en esta sección son verificadas las discrepancias altimétricas entre las mesetas localizadas en las secciones sur y norte, representando una diferencia de 43 m.

Se observa, también, un mayor incisión de los valles fluviales con declividades mucho más superiores que los valles encontrados en el sector sur. Las declividades encontradas en los pendientes de la sección norte del graben del Río Mamanguape se presentan con valores superiores a las de los pendientes de la sección sur, con la presencia bastante nítida de *shoulders*, facetas triangulares y escarpa de falla normal, características morfológicas nítidas de actividades neo-tectónicas.

Con este mapeo de detalle, la presente investigación evidencia, con fuerte fundamentación, a través de los resultados alcanzados, que el área en cuestión presenta su morfología estrictamente relacionada al factor neo-tectónico, pues las discrepancias verificadas entre las zonas norte y sur no pueden ser explicadas solamente por los agentes exógenos. Por tanto, estudios realizados en el pasado sin la óptica del control tectónico sobre el relieve en Brasil deben ser revisados, principalmente los trabajos geomorfológicos realizados en el borde oriental del Estado de Paraíba.

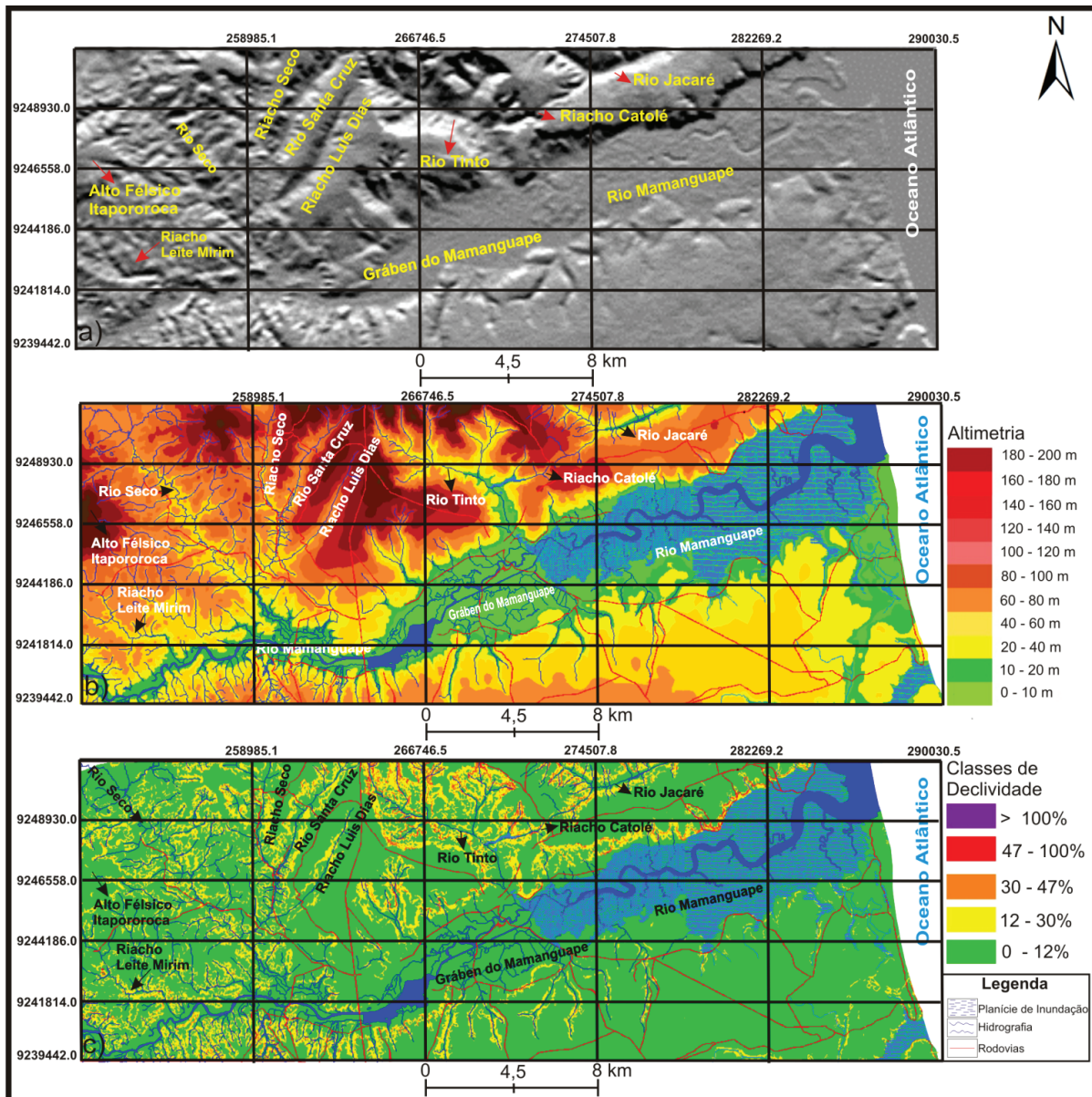


Figura 4. a) Imagen Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM). b) Plancha hipsométrica. c) Plancha de inclinación de las pendientes.

Figure 4: a) Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) image. b) Hypsometric chart. c) Clinographic chart.

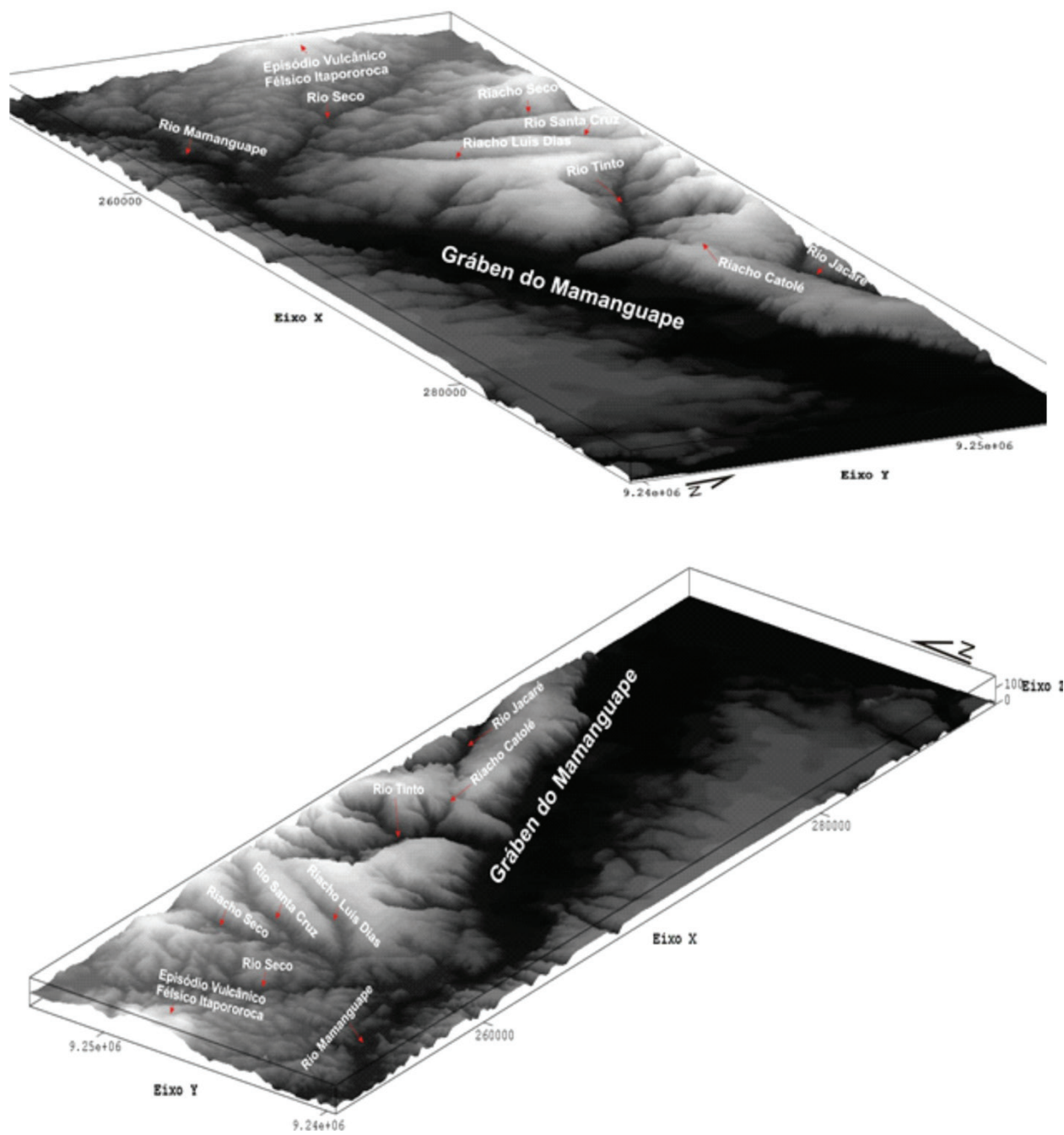


Figura 5. MDT (Modelo Digital del Terreno).

Figure 5: DTM (Digital Terrain Model)

CONSIDERACIONES FINALES

La interpretación de los planchas temáticas posibilitó la constatación de innumerables evidencias de actividades neotectónicas en el área de estudio, de entre ellas, las principales son:

Hoja Itapororoca (sección oeste del área de estudio):

El Río Santa Cruz y los arroyos Luis Dias y Seco presentan sentidos discordantes del patrón de drenaje regional, ajustados por líneas de fallas en la estructura de las rocas (N_γi).

Presencia de promontorios con superficies levemente arredondeadas a NW y valles encajados a NE del Río Mamanguape, con altitudes superiores a 170 m.

Elevado gradiente hidráulico en la sección NW del área, establecido principalmente en el entorno del flanco erosionado del episodio Itapororoca.

Presencia de ríos y arroyos centrípetos más voluminosos y acentuados al norte (encajados en las fallas) y menos adelantados al sur, convergiendo en dirección al Río Mamanguape.

Hoja Río Tinto (sección central del área de estudio):

Acentuado desnivel altimétrico con las mesetas localizadas en la sección norte del graben, poseyendo altitudes de hasta 200 m.

Los ríos Tinto y Jacaré presentan pendientes con declividad superior a 100%, estando estos dos ríos fuertemente encajados en sus respectivos valles.

Proceso acelerado de retroceso de la cabecera del Río Jacaré, con la posibilidad de en un futuro próximo ocurrir una captura de drenaje junto a la cabecera de drenaje del arroyo Catolé, que actualmente dista a apenas 270 m.

Red de drenaje extremadamente asimétrica. Los ríos oriundos de las mesetas localizadas al norte son más adelantados, entallados, y con retrocesos de cabeceras bastante expresivos, formando pendientes con declividades mucho más superiores que los ríos oriundos de las mesetas localizadas al sur del graben.

Hoja Barra de Mamanguape (sección este del área de estudio):

Sección del área de estudio donde se proyecta la mayor anchura del graben, con aproximadamente 5,12 km.

Discrepancia altimétrica entre las mesetas localizadas en las secciones sur y norte, representando una diferencia de 43 m.

Presencia de *shoulders*, facetas triangulares y escarpa de falla normal, en la zona norte del graben, evidenciando características morfológicas de actividades neotectónicas.

Afluentes del margen izquierdo con valles más entallados y encajados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Juan Manuel Moreno-Murillo y otro revisor anónimo por sus comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito considerablemente.

REFERENCIAS

- Barbosa, J. A. 2004: *Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno, formações Gramame e Maria Farinha* (Dissertação - Mestrado). 219p. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Recife.
- Brito Neves, B. B.; Mantovani, M. S. M.; Moraes, C. F.; Sigolo, J. B. 2008: As anomalias geológicas e geofísicas localizadas ao norte de Itapororoca (PB), folha Guarabira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n. 1, p. 1-23.
- Brito Neves, B. B.; Riccomini, C.; Fernandes, T. M. G.; Santanna, L. G. 2004: O Sistema Tafrogênico terciário do Saliente Nordeste na Paraíba: um legado proterozóico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 1, p. 127-134.
- Feitosa E. C.; Feitosa, F. A. C.; Lira, H. M. P. 2002: Relações estratigráficas e estruturais entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB – uma hipótese de trabalho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002. Florianópolis, Brasil. *Anais...* Florianópolis: SBAS, 2002. CD-ROM.
- Furrier, M.; Araújo, M. E.; Meneses, L. F. 2006: Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no estado da Paraíba. *Geologia USP Série Científica*, v. 6, n. 2, p. 61-70.
- Furrier, M.; Araújo, M. E.; Meneses, L. F. 2006: Geomorfologia e tectônica dos Tabuleiros Litorâneos no norte do estado da Paraíba. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA/REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., 2006. Goiânia. *Anais...* Goiânia: UGB, 2006. CD-ROM.
- Herz, R.; De Biasi, M. 1989: *Crêterios e legendas para macro-zoneamento costeiro*. Ministério da Marinha/ Comissão Interministerial para Recursos do Mar. Brasília: Ministério da Marinha.
- Santos, E. J.; Nutman, A. P.; Brito Neves, B. B. 2004: Idades U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da zona transversal, Província Borborema. *Revista do Instituto de Geociências-USP*, v. 4, p. 1-12.
- Santos E. J.; Ferreira, C. A.; Silva Jr. J. M. F. 2002: Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba. Recife: CPRM. 142p. il. 2 mapas. Escala 1:500.000.