



CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DESTERRO NO CARIRI E ALTO SERTÃO PARAIBANO.

Nadjacleia Vilar Almeida

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal Fluminense (UFF) –Bolsista CAPES. (nadjageo@gmail.com).

Sandra Baptista da Cunha

Professora Adjunta da UFF/PPGG -CNPq (sandracunha@openlink.com.br)

Flávio Rodrigues Nascimento

Professor Adjunto da UFF/PPGG (frngeo2001@yahoo.com.br)

Otávia Karla dos Santos Apolinário

Aluna do Programa de Especialização em Geoambiência do Simiárido da UEPB

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Riacho Desterro (com 880,87 km² e perímetro de 187,8 km), localizada na região dos Cariris e Alto Sertão. A bacia é tributária da bacia do rio Taperoá, tendo como nível de base local o Açude Taperoá principal fonte de abastecimento hídrico do município de igual nome. Os parâmetros fisiográficos determinados para a caracterização da bacia foram: índice de forma, índice de circularidade, hierarquia fluvial, densidade de drenagem e hidrográfica e declividade. Os mapas de Elevação (Modelo Digital de Elevação) e de Declividade foram gerados de forma automática com o auxílio de um SIG. O estudo da fisiografia mostrou que a bacia do riacho Desterro é de 4ª ordem e apresenta ramificação significativa e densidade de drenagem média, evidenciando maior dissecação, principalmente na porção ocidental da mesma. As maiores altitudes (930 a 990 m) concentram-se na porção noroeste da bacia à medida que se aproxima da borda do Planalto da Borborema.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização fisiográfica, Semiárido brasileiro, SIG, Riacho Desterro

ABSTRACT

The present work have as objective accomplishes the characterization physiographic of river Desterro basin (with 880.87 km² and a perimeter of 187.8 km), located in the semi-arid paraibano, Cariris region and Alto Sertão. The basin it is tributary of Taperoá's river basin, tends as level of local base the dam Taperoá main source of water supply of the city equal name. Physiographic parameters determined to characterize the basin were: index factor, index of circularity, fluvial hierarchy, drainage density and hydrographic and slope gradient. Elevation Maps (Digital Elevation Model) and slope gradient were generated automatically with the help of a GIS. The study of the physiographic showed that the river basin of the Desterro is of 4th order and it presents significant ramification and a density of drainage average, evidencing larger dissection, mainly in the western portion of the same. The largest altitudes (930 to 990 m) they concentrate on the northwest portion of the basin as you approach the edge of the Borborema Plateau.

KEY WORDS: Physiography characteristics, Semi-arid brazilian, GIS, Desterro river.



INTRODUÇÃO

A análise morfométrica da rede de drenagem é um instrumento básico nos estudos de bacia hidrográfica que visem a compreensão dos processos naturais atuantes na bacia, sendo de grande relevância nos estudos geomorfológicos. Em bacias com substrato cristalino predominante, a par de crátons, tanto o controle estrutural quanto as linhas de instabilidades e diáclases, associados ao terreno cristalino aumentam as ramificações e ordens hierárquicas dos contribuintes ao exutório. Ressalte-se ainda que impera a dissecação do relevo, face os efeitos morfogenéticos do intemperismo físico, operante sobre a baixa proteção da vegetação de caatinga. Estas questões são intensificadas de jusante para montante, com destaque ao alto curso das bacias. Sendo este o caso da bacia em estudo.

A bacia hidrográfica ou de drenagem é delimitada pelos divisores de água e representa a área de captação natural da água da precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório, funcionando como um sistema aberto onde qualquer acontecimento que ocorra na bacia hidrográfica, repercutirá, direta ou indiretamente nos rios, configurando-se numa unidade espacial de análise ideal para estudos geomorfológicos e ambientes. Ademais, pode ser dividida em sub-bacias e microbacias hidrográficas (sub-sistemas) dependendo do ponto de saída considerado ao longo do canal coletor. Independentemente da subdivisão adotada essa unidade espacial, considerada a célula básica de análise ambiental, possibilita ao pesquisador e aos planejadores uma visão integrada e sistêmica dos diversos componentes, processos e interações presentes na paisagem (NOVO, 2008; BOTELHO & SILVA, 2004).

Para trabalhar com esta unidade espacial sem cair no erro de utilizá-la apenas como mero referencial cartográfico é necessário analisar e entender como se comporta os componentes fluviais atuantes na evolução das paisagens. A paisagem das bacias hidrográficas cujo principal elemento identificador é o relevo é condicionada e organizada pelas características das variáveis geomorfológicas e hidráulicas. A obtenção de tais variáveis é feita através da extração manual ou automática de informações topográficas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo dos parâmetros fisiográficos que caracterizam o relevo e a rede de drenagem da bacia hidrográfica do Riacho Desterro localizada na região do cariri e alto sertão da Paraíba entre as coordenadas geográficas 36°30' e 37°00' de longitude Oeste e 7°00' e 7°30' de latitude Sul, abrangendo território de 6 municípios paraibanos (Taperoá, Desterro, Cacimbas, Livramento, Santo André e Parari) (**Fig.1**).

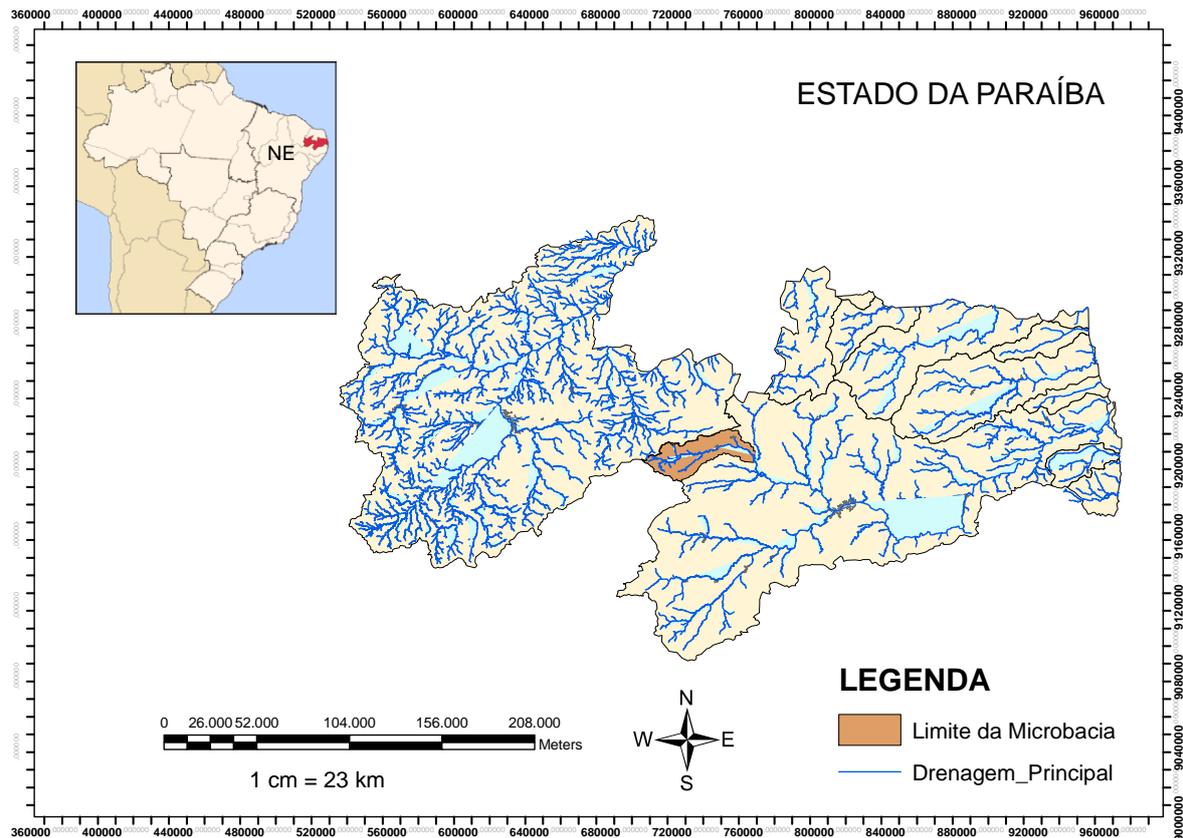


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do riacho Desterro no Estado da Paraíba.

Apesar da extensa lista de parâmetros ou índices sugeridos para o estudo analítico das bacias hidrográficas serão abordados neste momento os seguintes parâmetros: a área; o perímetro; o fator de forma e índice de circularidade, que são importantes na estimativa do tempo, a partir da precipitação, necessário para que a água dos limites da bacia contribua com o rio principal; a hierarquia fluvial, sendo considerado o primeiro passo para a realização das análises fisiográficas, pois facilita e torna mais objetivo tais estudos; a densidade hidrográfica, importante porque representa a capacidade de gerar novos cursos d'água de determinada área; a densidade de drenagem reveste-se de importância devido a duas principais funções: é resposta aos controles exercidos pelo clima, vegetação, litologia e outras características da área drenada e é fator que influencia o escoamento e o transporte sedimentar na bacia de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1981 *apud* SILVA et al. 2009); o comprimento do rio principal e o padrão de drenagem que a partir de suas análises é possível interpretar a natureza dos terrenos, a disposição das camadas e das linhas de falhamento, e os processos fluviais e climáticos predominantes (CUNHA, 2007); a orientação da bacia que define a direção geral para qual a declividade está exposta; e a declividade da bacia que tem relação importante com os processos hidrológicos: escoamento superficial, infiltração, umidade do solo e tempo de concentração da água nos canais de drenagem.



A respectiva caracterização gerou informações associadas ao relevo e a estrutura da rede de drenagem de seus afluentes. Os estudos relacionados com as drenagens fluviais de uma bacia hidrográfica sempre exerceram função relevante nos estudos geomorfológicos, pois os cursos d'água constituem um dos processos mais ativos na formação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1980).

MATERIAL E MÉTODO

As informações fisiográficas sobre a bacia foram extraídas com o auxílio do programa *ArcGis* 9.1, que proporciona, em ambiente SIG, a caracterização da bacia por meio de informações digitais espacializadas. As informações quali-quantitativas geradas no SIG são: área; perímetro; fator de forma; índice de circularidade; Hierarquia Fluvial; densidade hidrográfica e de drenagem; comprimento do rio principal; padrão de drenagem; orientação; e declividade da bacia do riacho Desterro.

Inicialmente as informações cartográficas referentes a rede de drenagem e curvas de nível foram digitalizadas a partir das cartas planialtimétricas na escala de 1:100.000 da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) referentes ao ano de 1985 a partir das quais o perímetro da bacia foi delimitado manualmente. Em seguida o perímetro e a drenagem foram confirmados através da extração automática utilizando o software *ArcGis* 9.1 e tendo como base imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* da Nasa).

Após o delineamento da rede hidrográfica foi feita a classificação do padrão de drenagem existente que “diz respeito à situação espacial dos rios, a qual é em grande parte controlada pela estrutura geológica do terreno” (SUGUIO, 1990, p.13). Essa classificação foi feita com base nos tipos básicos dos padrões de drenagem apresentados por Christofolletti (1980).

Para determinação do índice de forma da bacia foram desenhadas figuras geométricas cobrindo da melhor forma possível a sua área, em seguida aplicou-se a fórmula:

$$IF = 1 - (\text{área } A \cap L) / A,$$

Onde “A” corresponde a área da bacia, e L a área da figura geométrica, (A∩L) a interseção da área da bacia com a área da figura, IF o índice de forma. Quanto menor for o índice obtido mais próxima da respectiva figura geométrica estará a forma da bacia.

Também foi calculado o índice de circularidade, através da seguinte fórmula:

$$IC = A/A_c$$

Onde “A” refere-se a área da bacia, A_c a área do círculo de perímetro igual ao da bacia e IC é o índice de circularidade. O valor final é adimensional e próximo de 1 indicam a circularidade.

A hierarquia fluvial ou ordem dos cursos d'água “é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia”, sendo seus canais classificados por ordem, “assim, a



ordem do rio principal mostra a extensão da ramificação na bacia” (VILLELA, 1975, p.15). Para fazer a hierarquização dos cursos d’água da bacia do Riacho Desterro foi utilizado o método proposto por Strahler (1952).

A densidade de drenagem (Dd) foi definida inicialmente por Horton em 1945 (CHRISTOFOLETTI, 1980) e é calculada fazendo-se a relação entre o comprimento total dos cursos d’água ou canais de escoamento (L), com a área total da bacia (A) através da seguinte fórmula:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Segundo Beltrame (1994, p.83), “ao avaliarmos a densidade de drenagem, conhecemos o potencial da bacia e de seus setores, em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduzirá a uma maior ou menor intensidade dos processos erosivos na esculturação de canais”. A autora propõe uma classificação dos valores de drenagem a qual foi utilizada como parâmetro para a classificação da drenagem da bacia do Riacho Desterro.

Como foi seguindo o sistema de ordenação de Strahler (1952) a densidade hidrográfica (Dh) foi calculada a partir da relação entre o número de rios ou cursos de água (N) de primeira ordem, pois implica que todo e qualquer rio surge em uma nascente (CHRISTOFOLETTI, 1980) e a área da bacia (A):

$$Dh = \frac{N}{A}$$

O comprimento do rio principal foi feito a partir da determinação da distância ao longo do curso de água desde a desembocadura até a nascente

Segundo Valeriano (2008, p.86) “a declividade é o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal. Pode ser expressa em graus ou em porcentagem”. O mapa de declividade da bacia foi elaborado em ambiente SIG a partir do Modelo Digital de Elevação (MDT) obtido por meio do *Shuttle Radar Topography Mission* da Nasa. No *software ArcGIS 9.1* foi utilizada a ferramenta *slope* que gerou os intervalos percentuais da declividade do relevo. Em seguida o modelo foi classificado em 6 classes de declividade segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999)

Caracterização da Área - A área, objeto desta pesquisa, corresponde a bacia hidrográfica do riacho Desterro situa-se no alto curso da bacia hidrográfica do rio Taperoá, tendo altitudes superiores a 950 metros.

De acordo com a classificação de Köppen o clima da região enquadra-se no tipo BSwH’ semi-árido quente e sazonalmente seco com chuvas de verão. Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba a precipitação média anual das séries históricas fica em torno de 350 mm



no Cariri e Curimataú e de 650 mm na região do Sertão com maior concentração entre os meses de abril a julho e os totais neste início do ano oscilam entre 50 e 100 mm mensais, e se caracterizam por chuvas isoladas. A estiagem prolongada condiciona altos índices de evaporação (2.500 e 3.000 mm) e considerável redução do volume d'água nos corpos hídricos. As temperaturas mínimas variam de 18 a 22°C (meses de julho e agosto) e as máximas situam-se entre 28 e 31°C (meses de novembro e dezembro).

A área está embasada em rochas referentes ao Pré-Cambriano Inferior ou Indiviso, compreendida basicamente por rochas antigas representadas pelas rochas ígneas ou magmáticas e as metamórficas, sendo as duas comumente denominadas de terrenos cristalinos (SOUZA et all., 2004). Sedimentos quaternários ocorrem ao longo dos vales, constituindo depósitos aluvionares de caráter argiloso, argilo-arenoso ou arenoso, representados por terraços e leitos maiores de deposição mais recente.

A bacia está inserida no compartimento geomorfológico do Planalto da Borborema com formas tabulares, com pediplanos, maciços residuais e área com dissecação comandada pela bacia Paraíba, como mostra a paisagem regional, sobressaindo relevos planos, ondulados e escarpados (Fig. 2).



Figura 2 – Aspectos do Relevo da bacia: Em segundo plano o Planalto da Borborema, divisor de água da bacia; e em primeiro plano a depressão com vegetação espaçada de caatinga.

Souza (1999) aponta que na região predominam solos rasos, altamente susceptíveis à erosão, com presença de pedregosidade e rochividade e altos riscos de salinização. Nas Elevações ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura



média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda afloramentos de rochas (CPRN, 2005).

A vegetação predominante é de caatinga arbustiva-arbórea. Souza (1999) expressa que a área em questão apresenta caatinga arbustiva arbórea aberta, com estrato arbustivo dominante e alguns indivíduos arbóreos esparsos, diferindo apenas na sua densidade.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do Riacho Desterro possui área de 880,87 km² com perímetro de 187,8 km. Visando estimar o tempo, a partir da precipitação, necessário para que a água dos limites da bacia contribua para o rio principal foi definida a forma da bacia que se apresenta com forma retangular, cujo índice de circularidade e fator de forma, correspondem a 0,31 e 0,08 respectivamente. A **Tabela 1** apresenta os resultados dos cálculos das características fisiográficas da bacia hidrográfica do Riacho Desterro.

Tabela 1 – Parâmetros analisados na bacia do riacho Desterro

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO
1 – Forma da Rede de Drenagem	Dendrítica Subparalela
2 – Área	880,87 Km ²
3 – Perímetro	187,8 Km
4 – Rede de Drenagem	674,14 km
5 – Índice de Forma (IF)	0,08
6 – Índice de Circularidade	0,31
7 – Densidade de Drenagem	0,76 km/km ² ,
8 – Cota de Altitude Mais Alta	990
9 – Cota de Altitude Mais Baixa	480
10 – Orientação do Riacho Desterro	Orientado de oeste para leste
11 – Orientação dos Tributários	Levemente não-orientados
12 – Hierarquia Fluvial	4 ^a Ordem
13 – Densidade Hidrográfica	0,2804
14 – Declividade predominante	Plano a suave ondulado

Aplicando-se a classificação de rios, segundo Sthraler (1952) a bacia é de quarta ordem, o que demonstra que a bacia possui um sistema de drenagem com boa ramificação e grande quantidade de tributários de primeira ordem (**Fig. 3**).

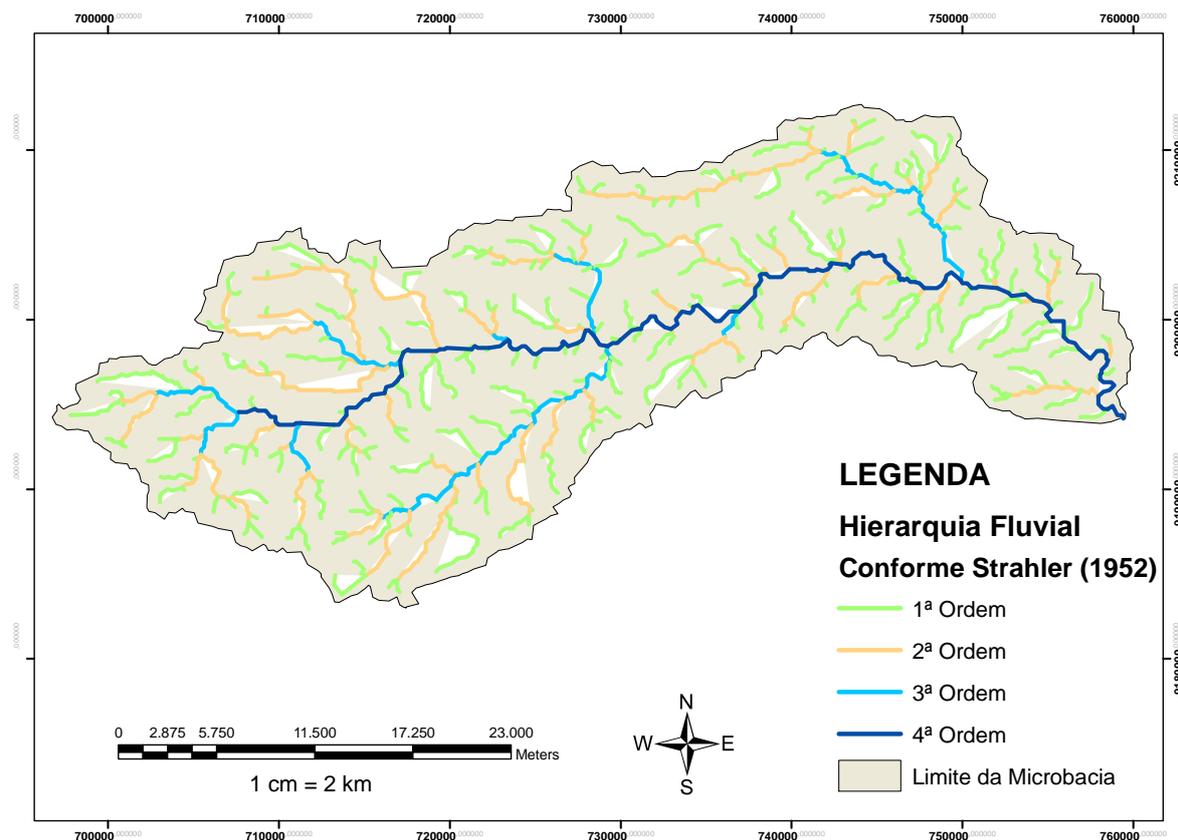


Figura 3 – Rede de drenagem e Hierarquia Fluvial da Bacia do Riacho Desterro.

O comprimento do canal principal é de 85,57 km com uma rede de drenagem total de 674,14 km. O rio principal da bacia apresenta-se orientado de oeste para leste, no entanto, seus tributários são classificados como levemente não-orientados em relação à rede de drenagem principal. O que significa dizer que há uma direção quase predominante no seu padrão de drenagem.

Verifica-se que a bacia hidrográfica do Riacho Desterro é endoreica e seus rios são classificados como conseqüentes. Apresenta padrão de drenagem do tipo dendrítico subparalelo (CHRISTOFOLETTI, 1980 e CUNHA, 2007). Quanto à densidade de drenagem (Dd) a bacia apresentou valor de 0,76 km/km², sendo caracterizada como de drenagem mediana. Apresenta densidade hidrográfica igual a 0,2804.

A partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia observa-se uma mudança gradual de um patamar de aplainamento para outro demonstrando uma área denudacional com declives suaves, característica dos pedimentos elaborados no ambiente semi-árido. O mapa de Elevação (**Fig. 4**) demonstra que a bacia do riacho Desterro possui altitudes que vão de 480 a 537 m, próximo à confluência desse rio com o riacho Mucutu. De 537 a 597 m, no centro da bacia e, aumenta gradualmente em direção as suas extremidades, tanto no sentido norte/nordeste quanto oeste/sudoeste chegando a valores superiores a 950 m.

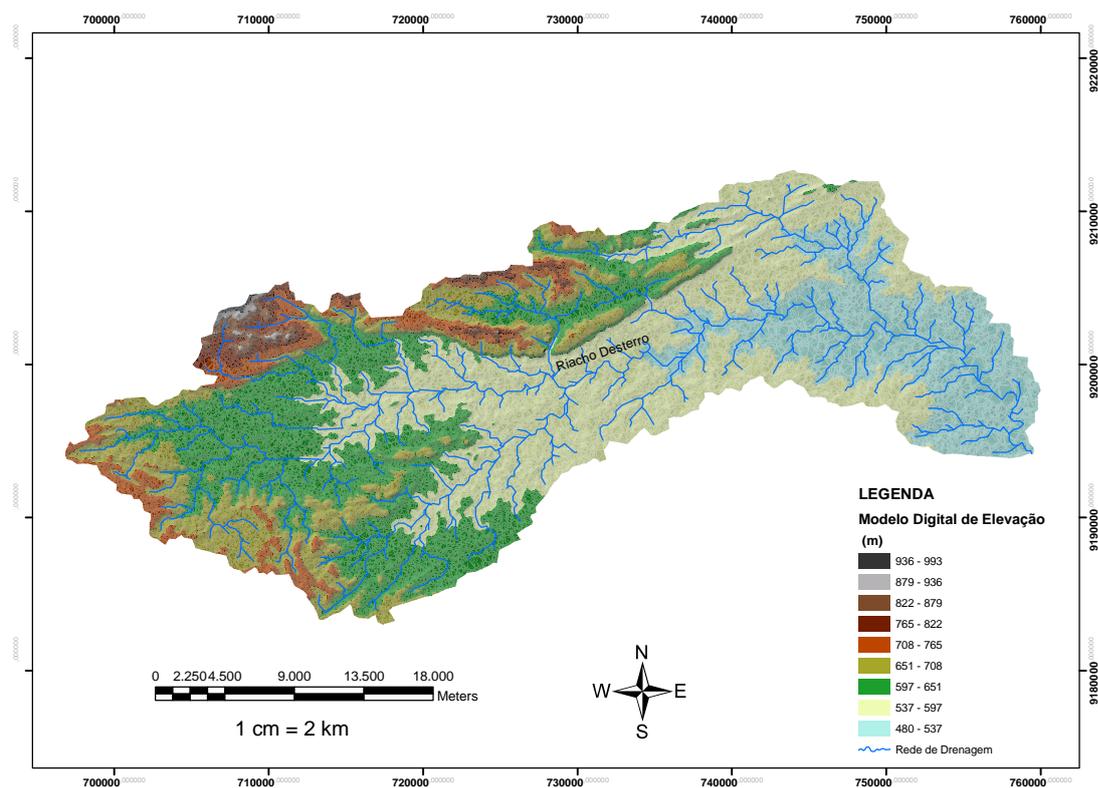


Figura 4 – Modelo Digital de Elevação da bacia do riacho Desterro.

Em geral, a bacia hidrográfica apresenta baixa declividade variando de relevos planos a suave ondulados, como pode ser visto na **tabela 2**, na qual mostra 82,6% da área da bacia no intervalo entre as declividades de 0 a 8%. Nas classes ondulado e fortemente ondulado encontra-se 17,2% da área ficando apenas 0,2% como montanhoso ou escarpado.

Tabela 2 – Classes de declividade e área de cada classe na bacia do riacho Desterro

Tipo de Relevo	Classes de Declividade (%)	Área (km ²)	% Área
Plano	0 - 3	300,71	34,1%
Suave Ondulado	3 - 8	427,35	48,5%
Ondulado	8 - 20	121,66	13,8%
Fortemente Ondulado	0 - 45	30,05	3,4%
Montanhoso	45 - 75	0,6	0,1%
Fortemente Montanhoso ou Escarpado	> 75	0,5	0,1%
		880,87	100,0%

A **figura 5** apresenta a espacialização das declividades do terreno da bacia em estudo. Verifica-se maior concentração de altas declividades na porção norte e noroeste da bacia em que a altitude se apresenta mais elevada (escarpa ocidental do planalto da Borborema).

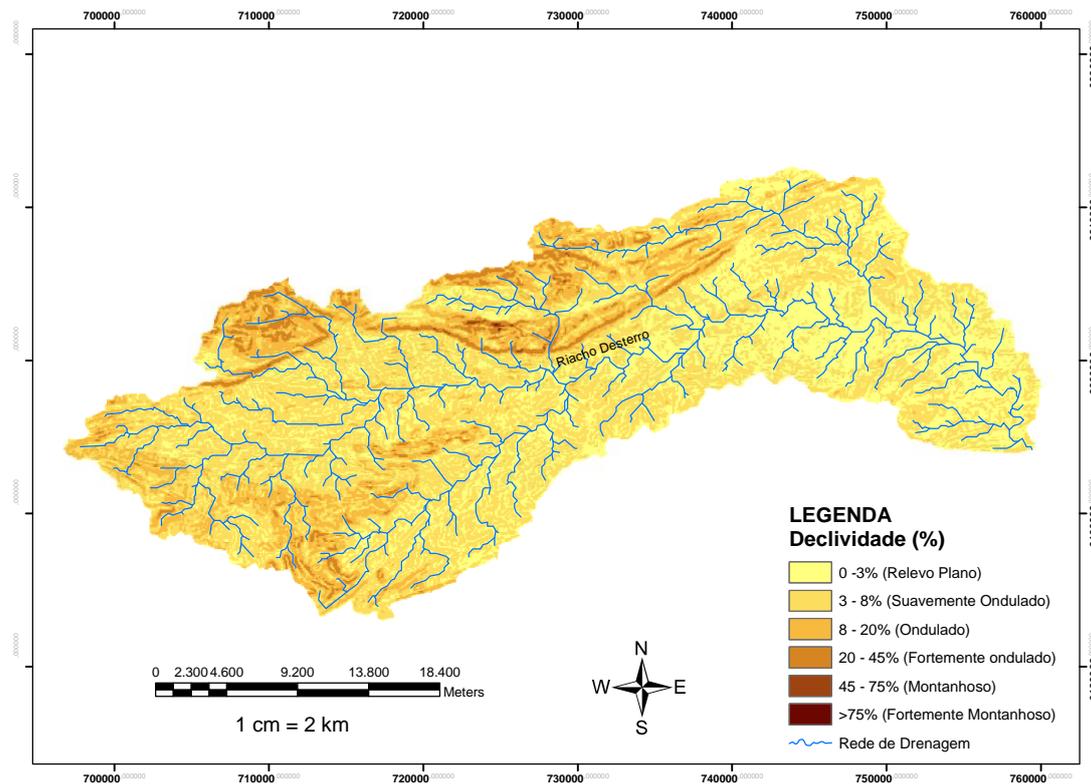


Figura 5 – Declividade Média da bacia do riacho Desterro.

6- CONCLUSÕES

De acordo com os resultados e suas discussões, enumera-se as seguintes conclusões a respeito das características fisiográficas da Bacia do Riacho Desterro no semiárido paraibano:

1. A forma retangular da bacia e o índice de circularidade muito abaixo da unidade indicam, do ponto de vista natural, a baixa probabilidade de ocorre enchentes na área.
2. O padrão da drenagem da bacia é típico de regiões onde há predomínio de rochas com maior resistência, no caso cristalinas.
3. Por ser uma bacia de 4º ordem, apresenta uma ramificação significativa e uma densidade de drenagem média, evidenciando maior dissecação, principalmente na porção ocidental da mesma.
4. As maiores altitudes (879 – 990 m) concentram-se na porção noroeste da bacia, onde se verificam as maiores declividades (45% - 75%).
5. Os cursos d'água da bacia possuem direção de escoamento predominante no sentido do padrão de drenagem do rio principal com mudanças de direção pouco evidentes.

O uso do Sistema de Informação Geográfica facilitou a quantificação dos parâmetros considerados. A partir dos modelos gerados no programa ArcGis 9.1, como o modelo de elevação digital do terreno e modelo de declividades, pode-se conhecer as áreas referentes as classes de



relevo e declividades na bacia, mostrando que em relação ao relevo, a classe predominante na área de estudo se encontra entre 0 – 8% característico de áreas planas e suavemente onduladas.

É importante ressaltar aqui que mais estudos devem ser feitos a fim de detalhar os conhecimentos acerca da Bacia Hidrográfica do Riacho Desterro. Dentre os quais, há necessidade de estudar as formas de intervenções humanas na bacia, com destaque às tipologias de uso/ocupação da terra para que se explique, dentre outras questões, como as atividades de produção do espaço vem modificando as principais características fisiográficas da área de drenagem em causa.

7- REFERÊNCIAS

BELTRAME, Angela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: ed. Da UFSC, 1994.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.e GUERRA, A. J. T.. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 2a. edição, 1980.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Tapeorá, Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CUNHA, Sandra B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, Antonio José T. e CUNHA, Sandra B. da (org.). **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. 7ª edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

NOVO, Evelyn Márcia L. de M. **Ambientes fluviais**. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008

RODRIGUES, Flávio e CARVALHO, Osires. Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão geoambiental: uma proposta metodológica. **Revista Fluminense de Geografia e Revista da Associação dos Geógrafos Brasileiros** - Seção Niterói, Niterói, nº2, p. 61-82, 2003

RODRIGUES, Cleide & ADAMI, Samuel. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, Luiz Antonio B. (org). **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2005

SILVA, Danielle G. da, MELO, Rhaissa Francisca T. de & CORRÊA, Antonio Carlos de B. A influência da densidade de drenagem na interpretação da evolução geomorfológica do complexo de tanques do município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n. 3, jun/ago. 2009

SOUZA, B. I. de. Contribuição ao estudo da desertificação na bacia do Taperoá. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 1999. 120p. **Dissertação Mestrado**.



SOUZA, Bartolomeu I. de, SILANS, Alain M. B. P. de & SANTOS, José B. dos. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.292-298, 2004. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>

SUGUIO, Kenitiro; BIGARELLA, João José. **Ambientes fluviais**. 2ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC. 1990.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography**. Geol. Soc. America Bulletin (1952), 63, pp. 117-142.

VALERIANO, Márcio de M. **Dados Topográficos**. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos, 2008

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.