

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACAU-MA

DOI: 10.4025/percurso.v6i2.24262

Aichely Rodrigues da Silva

Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: aichely@hotmail.com

Marcelo Francisco da Silva

Mestrando em Ciências Biológicas e Professor do CESI / UEMA. E-mail: silvamf@gmail.com

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Doutor em Geografia e Professor da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/CESI
E-mail: luizcarlos.cem2013@gmail.com

RESUMO: Este artigo trata-se da análise da caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cacau, afluente do Rio Tocantins, que abrange os municípios de Buritirana, Davinópolis, Governador Edson Lobão, Imperatriz e Senador La Roque no Estado do Maranhão. A análise e delimitação da bacia hidrográfica foram obtidas através dos softwares *Global Mapper 9* e *Idrisi Kilimanjaro*. A área possui drenagem de 917 km² e o perímetro de 156,7 km. A bacia possui uma grande relevância para sua área de abrangência, principalmente para a população ribeirinha. De forma geral, constatou-se que a área estudada possui forma alongada, com média densidade de drenagem, relevo plano e declividade média de 44,83%. Esses parâmetros possuem grande influência sobre o escoamento superficial e, conseqüentemente, sobre o processo de erosão, que resulta em perda de solo, água, matéria orgânica, nutrientes e elementos da microfauna, que podem vir a provocar o assoreamento dos corpos d'água. Assim, espera-se que este estudo sobre a dinâmica dos processos hidrogeomorfológicos possa contribuir para o manejo racional do uso da terra na bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Morfometria; Rio Cacau; Bacia Hidrográfica.

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF WATERSHED RIVER CACAU-MA

ABSTRACT: This article comes from the analysis of morphometric characterization of the river basin Cacau, affluent of the Tocantins River, which covers the municipalities of Buritirana, Davinópolis, Governador Edson Lobão, Imperatriz and Senador La Roque in the state of Maranhão. The analysis and delineation of the watershed was obtained from the softwares *Global Mapper 9* and *Idrisi Kilimanjaro*. The drainage area has 917 km² and the perimeter of 156.7 kilometers. The basin has a great relevance to their area of coverage, mainly for the local population. In general, it was found that the studied area has elongated shape, with average

drainage density, flat terrain and average slope of 44.83%. These parameters have great influence on the surface seeps ment and, consequently, about the process of erosion that results in loss of soil, water, organic matter, nutrients and elements of microfauna, that may cause siltation of bodies of water. So, it is expected that this study on the dynamics of hidrogeomorfológics processes may contribute to the rational management of land use in the watershed.

Key words: Morphometry; Cacau River; Watershed.

1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são áreas de drenagem, nas quais os cursos d'água tributários deságuam para o curso principal. Assim, suas características físicas constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico (VILLELA; MATTOS, 1975) e da utilização de forma racional do uso do solo. A bacia hidrográfica, entendida como célula básica de análise ambiental, permite conhecer e avaliar diversos componentes, processos e interações que nela ocorrem constantemente (BOTELHO, et al, 2004; GRIBBIN, 2009). Em estudos relacionados às interações entre os processos quantitativos, emprega-se o método de análise morfométrica.

Desse modo, ao consolidar relações e comparações entre dados hidrológicos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos. A análise de aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia pode levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local. Esses parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos que qualificam as alterações ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1977).

Diante do exposto, pretende-se demonstrar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cacau, afluente da margem direita do Rio Tocantins. A bacia engloba cinco municípios do Estado do Maranhão, sendo importante para o abastecimento da população ribeirinha. Para tanto, foram tomando como dados estimativos alguns parâmetros que revelam os principais indicadores físicos como: coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, ordem e densidade de drenagem. De tal forma, foi possível qualificar as alterações ambientais na bacia hidrográfica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A bacia do Rio Cacau está localizada, na malha hidrográfica do Rio Tocantins que drena 767.000 km², que representa 7,5% do território nacional e 4% do território maranhense (ANATEL, 2014). A área de estudo pertence à Mesorregião Oeste do Estado do Maranhão e a Microrregião de Imperatriz. A bacia encontra-se entre as coordenadas, latitude 05°20'55'' e 05°40'32'' S e longitude 47°05'34'' e 47°28'56'' W, abrangendo os municípios de Buritirana, Davinópolis, Governador Edson Lobão, Imperatriz e Senador La Roque no Estado do Maranhão (Figura 1).

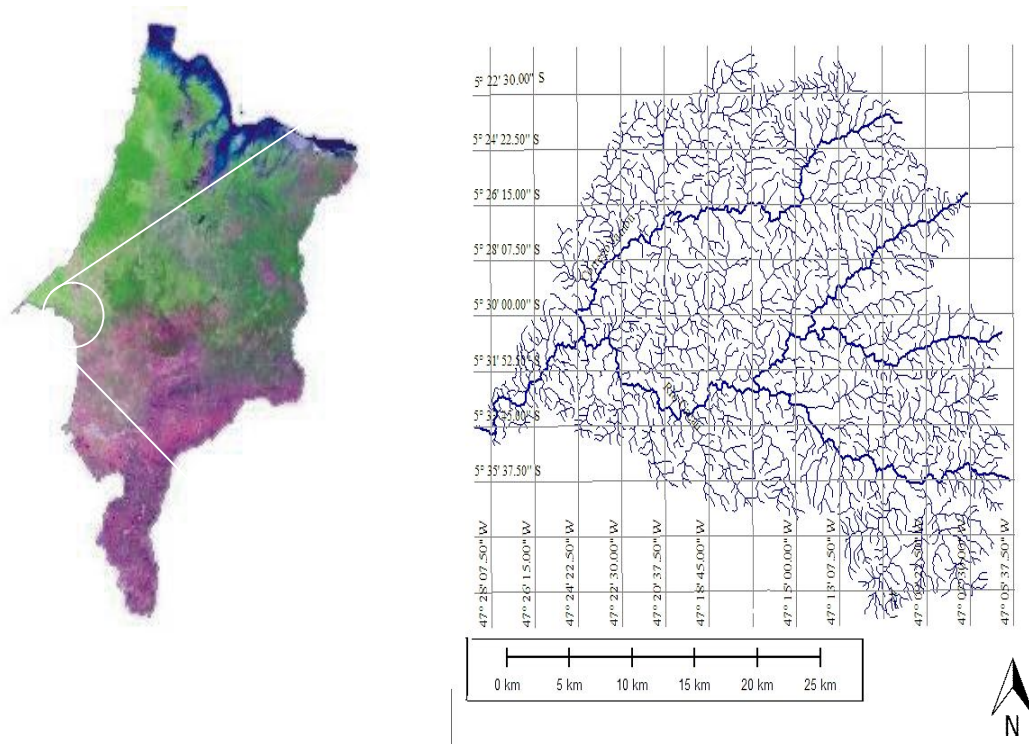


Figura 1 - Mapa de localização da bacia do Rio Cacau-MA
Elaboração: Os Autores (2011)

2.2 Caracterização do Meio Físico

A bacia tem formação geológica caracterizada como formação Grajaú, pertencente ao Cretáceo Inferior, composta por arenitos esbranquiçados e cremes, finos conglomerados com estratificação. Tendo a geomorfologia composta por chapadas, chapadões e cuestras, apresentando pequenas falhas e fraturas. Já sobre os aspectos pedológicos, a área é formada por solos predominantes de: argissolos, latossolo amarelo, neossolos flúvicos e plintossolos (SANTOS, 2008).

As temperaturas médias anuais da área da bacia são em torno de 25°C e 26°C, e a umidade relativa do ar anual está entre 73% e 79%, podendo chegar a 84% no mês de fevereiro e a 61% no mês de agosto. Os índices pluviométricos são de 1200mm e 1600mm anuais. O clima característico, segundo Thornthwaite (1948) é equatorial sub-úmido, com deficiência de água entre os meses de junho a setembro (ATLAS DO MARANHÃO, 2002).

2.3 Ocupação e Uso da Terra

A criação de gado de corte na microrregião de Imperatriz, conforme Rios (2005) é destinada ao abastecimento não só do mercado estadual, como dos mercados de São Paulo (SP) e Belém (PA), já a criação de gado leiteiro abastece o norte do Estado do Tocantins e algumas cidades do Estado de Fortaleza (CE) e do Estado de Teresina (PI).

O uso da terra para essa atividade pode-se ser notado no mosaico da paisagem da área estudada, no qual a pastagem representa 47,2% da área total da bacia no ano de 2010, o que deixa visível que quase a metade da área sofreu alterações em prol dessa prática econômica.

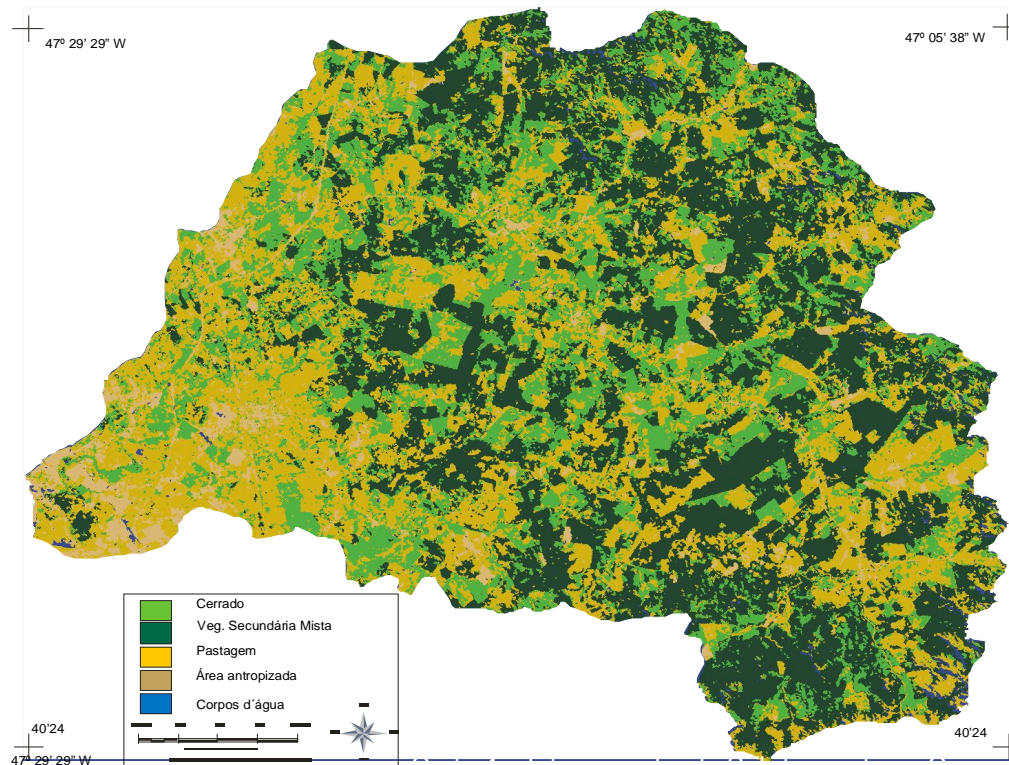


Figura 2 - Mapa de uso do solo da bacia do Rio Cacaú - MA
Fonte: SILVA (2010)

Nota-se também que a bacia detém 27,7% de sua área ocupada com a presença de vegetação secundária (capoeira) proveniente da regeneração de danos causados em suas características naturais. São florestas em recuperação, nas quais se restabelecem condições orgânicas para o solo, sendo reserva de frutos e sementes de espécies nativas, possibilitando a manutenção da diversidade florísticas, faunísticas e biológicas da região. Essa vegetação também é importante para a manutenção de muitas famílias que utilizam o babaçu (*Orbignya phalerata*), para obterem renda por meio da exploração e comercialização de produtos fabricados a partir desse vegetal.

Proporcionalmente, em relação ao total da área que compõe a bacia, verifica-se que pouco restou da vegetação natural, somente 18,3 % da vegetação florestada manteve-se intacta. Contudo, cabe lembrar que essa parte da área estudada só não foi mais explorada devido à dificuldade de acesso à mesma. Outro aspecto referente à vegetação é o cerrado que representa

4,9% do total da área e suas espécies vegetais são fontes de renda para a população ribeirinha, como o pequi, utilizada na construção civil, como fonte de carvão para as siderúrgicas, para a alimentação da população e como produto medicinal.

Na área de solo exposto e habitado, tem-se a área antropizada, representando 1,9% do total do território analisado (SILVA, 2010). As cidades sem planejamento não apresentam infraestrutura básica, implicando o lançamento de todos os resíduos sólidos e efluentes domésticos nos corpos d'água *in natura*. Essa área da bacia comporta uma população de mais de 250.000 habitantes, que ocupa as zonas ripárias e, por isso, interfere na hidrologia da bacia.

2.4 Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica

Para obtenção da delimitação de uma bacia hidrográfica é empregado informações de relevo em formato analógico, tais como: mapas, cartas e imagem de satélite, além dos SIG's, através de programas de computador que ajudam no trabalho de manipulação dos dados da área de estudo. A drenagem da rede da bacia foi analisada de acordo com Horton (1945) e o ordenamento de fluxo conforme Strahler (1952).

A análise morfométrica da bacia do Rio Cacaú-MA, deu-se através da delimitação da mesma por meio do programa *Global Mapper 9*. Já a delimitação da drenagem foi realizada através do software *Idrisi Kilimanjaro*.

Assim, conforme as figuras obtidas da área analisada foi possível fazer as classificações das diferentes características físicas como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cacau

De posse da delimitação da área da bacia, obtive-se diferentes características físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água (Quadro 1).

Características Geométricas	
Área total da bacia	917 km ²
Perímetro da bacia	156,7 km
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,44
Área total do fator de forma (F)	0,51
Perímetro total índice de circularidade (IC)	0,47 m
Características do Relevo	
Altitude Mínima	109,61 m
Altitude Média	303,48 m
Altitude Máxima	497,71 m
Declividade Mínima	0,0%
Declividade Máxima	89,95%
Características da Rede de Drenagem	
Ordem dos cursos d'água	6 ^a
Comprimento do curso d'água principal	67 km
Densidade de drenagem (Dd)	0,43 km/km ²
Comprimento total dos cursos d'água	398,26 km

Quadro 1 - Características morfométricas obtidas no estudo da bacia do Rio Cacau
Organização: Os autores (2011)

A classificação dos rios enquanto à ordem reflete no grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia. A bacia de estudo possui drenagem dendrítica, sendo uma característica das

planícies de inundação, constituindo de canais que se bifurcam e se confluem de maneira aleatória (CHISTOFOLETTI, 1977).

A ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia (TUCCI, 2006) e pode ser determinada seguindo os critérios apontados por Horton (1945) e Strahler (1952). Na bacia do Rio Cacau, encontra-se em sua maioria rios de 1ª ordem que simboliza que a bacia tem muitos afluentes que a abastecem, e a ordem do rio principal é de 6ª, o que demonstra que a bacia é alimentada por vários tributários.

A densidade de drenagem relaciona-se com o escoamento superficial, gerando condições que refletem da relação entre a intensidade de fluxo de superfície e sub-superfície, com a infiltração (VILELA FILHO; VITTE, 2005). Assim, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Quanto mais seguimento apresenta um rio mais diversidade de habitat e maior disponibilidade de nichos ecológicos (THORP *et al.*, 2010). A densidade de drenagem no Rio Cacau é de 0,43 km/km², indicando uma elevada capacidade de drenagem. Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, que possui índices pluviométricos de 1200mm e 1600mm anuais, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica.

O coeficiente de compacidade (Kc) é um cálculo feito com base na relação entre perímetro e a circunferência de um círculo, sendo usado para formar uma bacia em um círculo. O valor do coeficiente encontrado na bacia do Rio Cacau é de 1,44, indica que a mesma possui forma alongada. Contudo, cabe lembrar que o número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia.

A forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante na determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que toda a bacia contribua para sua saída após uma precipitação. O valor de fator de forma 0,51 km, onde mostra que a bacia possui uma forma arredondada, indica que quanto maior o tempo de concentração, menor a vazão máxima de enchente, se mantidas constantes as outras características (VILLELA; MATTOS, 1975)

Em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal. O valor encontrado na área de estudo é de 0,47 km, sendo assim o índice de

circularidade encontrado na bacia confirma que os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento (TONELLO; DIAS; SOUZA, 2006).

A área da bacia apresenta como características principais o relevo plano, sendo as maiores elevações nas bordas da bacia, conforme o gráfico da (figura 3) o relevo predominante é o plano, tendo como parâmetros a classificação da EMBRAPA (1979). Representando 77,10% da área da bacia, seguido do relevo suave ondulado com 17,10% e relevo ondulado com 4,40%, onde estão localizadas as serras do Arapari, Figueira, Gurupi e Cumaru, além de chapadas, sendo formada em sua maioria por rocha tipo areníticas e solos bastante arenosos.

Assim, a declividade demonstra uma relação importante e também complexa com a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo e a contribuição de água subterrânea ao escoamento do curso d'água. Como o relevo predominante é o plano, sendo esse um dos fatores mais importantes que controla o tempo do escoamento superficial e da concentração da chuva e tem uma importância direta em relação à magnitude da enchente, entende-se que quanto maior a declividade maior a variação das vazões instantâneas.

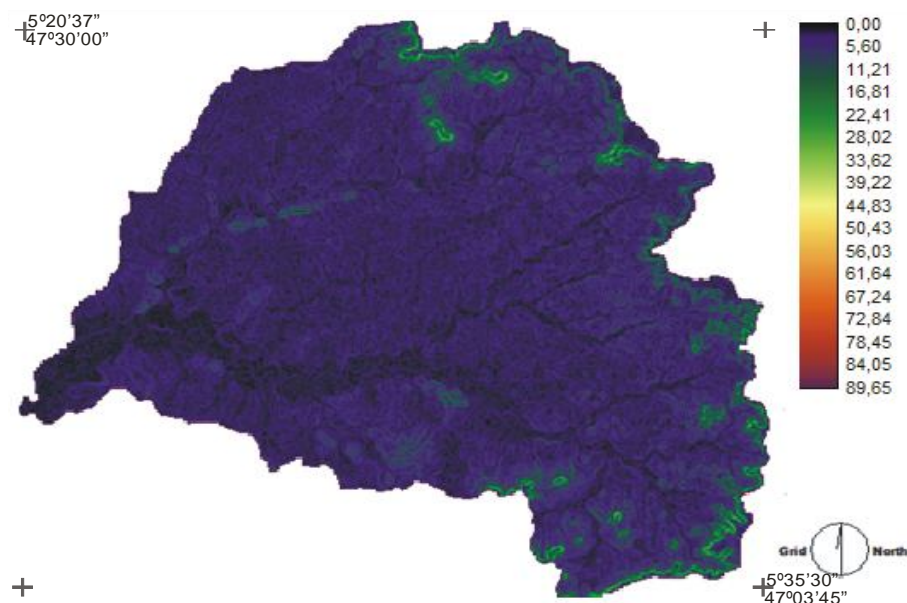


Figura 3 - Mapa de declividade da bacia do Rio Cacaú – MA
Organização: Os autores (2011)

A altitude é outro fator importante, pois indica as elevações da bacia que se apresenta variações entre 497,71 m nas áreas de nascente e a menor altitude a 109,61 m na foz do rio, sendo que a média das altitudes são 303,48 m. A altitude média influencia a quantidade de radiação que ela recebe e, conseqüentemente, a evapotranspiração, temperatura e precipitação (TONELLO; DIAS; SOUZA, 2006). As áreas de maior declividade se encontram expostas ao sol, refletindo muita a luz e são, portanto, muito visíveis; já aquelas áreas que se encontram nas encostas não iluminadas diretamente pelo sol são escuras. No modelo o valor é de 0,25% (figura 4).

As altitudes mínimas encontradas na bacia do Rio Cacaú foram de 109,60 m nas proximidades da foz, chegando ao Rio Tocantins, as médias de altitude 303,65m e as altitudes máximas de 497,71 m.

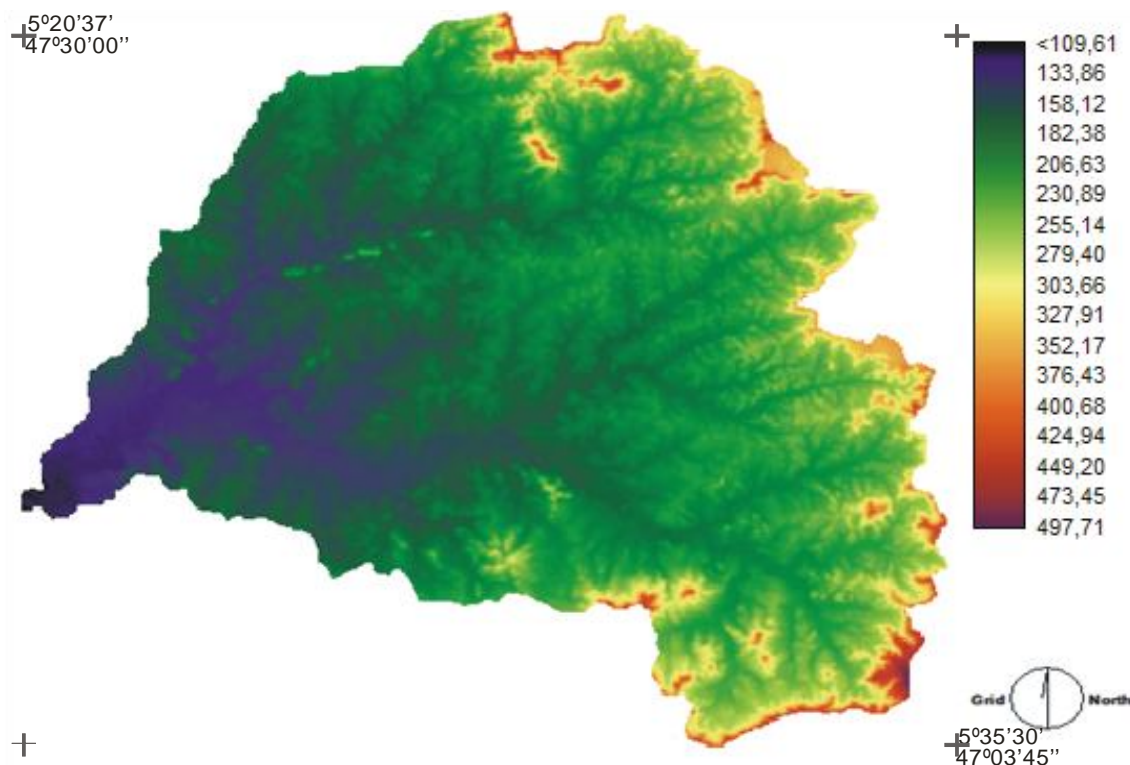


Figura 4 - Mapa de altitude da bacia do Rio Cacaú - MA
Fonte: Os autores (2011)

Dessa forma, compreende-se que bacia do Rio Cacaú possui uma ótima capacidade de alimentação da umidade que vem das bordas. Grande porcentagem do terreno da bacia em estudo possuía seu terreno voltado para a face norte–oeste, indicando uma ótima retenção de umidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos permitiram concluir que a bacia hidrográfica do Rio Cacaú possui a forma alongada. Evidenciando menor risco de cheias em condições normais de pluviosidade anual. Apresenta o relevo plano em sua maior área, sendo que a média caracteriza como forte ondulado, drenagem suficiente ($Dd = 0,43\text{km}/\text{km}^2$) e precipitação anual de 1200mm a 1600mm, esses parâmetros têm grande influência sobre o escoamento superficial e, conseqüentemente, sobre o processo de erosão.

O padrão de drenagem formado pelos cursos d'água com um grande número de tributários é de grande relevância principalmente para a população ribeirinha que utiliza o rio para sua subsistência, com a pesca e a utilização das margens para o plantio de hortaliças que contribui para o assoreamento do canal.

Todavia, é importante ressaltar que a bacia do Rio Cacaú sofre com o avanço da urbanização desenfreada e sem planejamento, atrelado a falta de saneamento básico, uma vez que a população ribeirinha lança no rio, resíduos sólidos e efluentes domésticos sem tratamento, através de ligações clandestinas. Com as enchentes constante ela sofre com a perda de seus bens materiais e com os impactos na estrutura física das residências.

Nessa perspectiva, faz-se necessário estudo sobre a qualidade da água e estudos sedimentológicos no rio principal, objetivando analisar a relação do despejo de resíduos sólidos como caso de doenças de origem hídrica.

REFERÊNCIAS

ANATEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. Bacia do Tocantins-Araguaia. Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=106>. Acesso em: 22 agosto 2014.

ATLAS DO MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento – UEMA. São Luís: GEPLAN, 2002.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira (organizadores). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **A mecânica do transporte fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher, n. 51, p. 1-42, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 247p.

GRIBBIN, Jonh E. **Introdução à hidráulica e hidrologia na gestão de águas pluviais**. Tradução Glauco Peres Damas. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol Soe. Am. Bull.*, 56(3): 275-370, 1945.

RIOS, Luiz. **Geografia do Maranhão**. 4 ed.rev.atual. São Luís: Central dos livros, 2005.

SANTOS, Josefa Pereira dos. **Caracterização geomorfológica da sub-bacia do rio Cacao-MA**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – *Resumos...* São Luís: SEMIC BIC/FAPEMA São Luís, 2008.

SILVA, Aichely Rodrigues da. **Análise das características fitográficas da sub-bacia hidrográfica do rio Cacao - MA**. 2010. Universidade Estadual do Maranhão (Monografia), 2010. 73f. Monografia (Monografia de Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão, Imperatriz, 2010.

STRAHLER, Arthur. N. **Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography**. Geological Society of America Bulletin 1952, 63 (11):1117.

THORNTHWAITE, Charles Warren. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr Rev** 38:55–94(1948).

THORP, James H.; FLOTEMERSCH, Joseph E.; DELONG, Michael D.; CASPER, Andrew F.; THOMS, Martin C.; BALLANTY, Ford; WILLIAMS, Bradley S.; O'NEILL, Brian J.; HAASE, C. Stephen. Linking ecosystem services, rehabilitation, and river hydrogeomorphology. **BioScience** 60: 67-74, 2010

TONELLO, Kelly Cristina; DIAS, Herly Carlos Teixeira; SOUZA, Agostinho Lopes de; Morfometria da Bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

TUCCI, Carlos E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. da. BRAGA, B. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2006.

VILELA FILHO, Luís Ribeiro; VITTE, Antônio Carlos. A utilização de técnicas morfométricas do relevo aplicadas na determinação da fragilidade ambiental: o caso da bacia do córrego Proença, município de Campinas (SP). In: **X Encontro de Geógrafos da América Latina**, 2005. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

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

Enviado em 26/06/2014

Aceito em 08/09/2014