

CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO AÇAIZAL EM SENADOR LA ROCQUE – BRASIL

CHARACTERIZATION BASIN WATERSHED BROOK AÇAIZAL SENADOR LA ROCQUE – BRAZIL

Rodrigo Lima Santos

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/CESI
Departamento de História e Geografia – Graduando em Geografia
rlimasantos3@gmail.com

Rômulo Lima Santos

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/CESI
Graduando em Geografia
rml-@live.com

Ronaldo dos Santos Barbosa

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/CESI
Prof. Msc. do Departamento de História e Geografia. Imperatriz/MA.
mestrando2005@hotmail.com

RESUMO

O estudo ambiental via tecnologias de geoprocessamento e análise em SIG, permite cada vez mais o conhecimento e a caracterização de grandes áreas em intervalos de tempo relativamente curtos. Objetiva-se, fazer a caracterização da bacia do riacho Açaizal através da geração de produtos temáticos. Dentre os procedimentos adotados inclui-se para a caracterização da área de questão, a utilização de dados matriciais e vetoriais, processados em ambiente SIG. A análise dos produtos temáticos permite a observação da área através de parâmetros como: hipsometria, declividade, solos, formações geológicas e uso e cobertura vegetal. Vale ressaltar a importância do conhecimento das predominâncias de cada classe identificada, para entender os padrões de uso do solo e a retirada da cobertura vegetal. Conclui-se que a área em questão é notadamente marcada por padrões de ocupação muito diferenciados na sua maioria prejudiciais a continuidade natural da dinâmica da bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Caracterização Física. SIG. Bacia Hidrográfica. Mapas Temáticos.

ABSTRACT

The environmental study for geoprocessing technologies and analysis in GIS, allows increasing the knowledge and characterization of large areas in relatively short time intervals. The purpose is to characterize the basin creek Açaizal through the generation of themed products. The procedures adopted to include the characterization of the area concerned, the use of vector and raster data, processed in a GIS environment. A thematic analysis of the products allows the observation of the area through parameters such as hypsometric, slope, soils, geological formations and use and vegetation cover. It is worth mentioning the importance of knowledge of the predominance of each class identified, to understand the patterns of land use and removal of vegetation cover. We conclude that the area in question is notably marked by very different patterns of occupation mostly damaging the natural continuity of the dynamics of the basin.

Key-words: Physical Characterization. GIS. Basin Watershed. Thematic Maps.

INTRODUÇÃO

A bacia Hidrográfica do riacho Açaizal (Figura 1) banha dois municípios, estando 37% situada no município de Senador La Rocque, no estado do Maranhão, e 63%, da bacia no município de Buritirana; esta se localiza entre as coordenadas S 5°24'0" e S 5°34'0" de latitude e W 47°16'0" e W 47°6'0" de longitude.

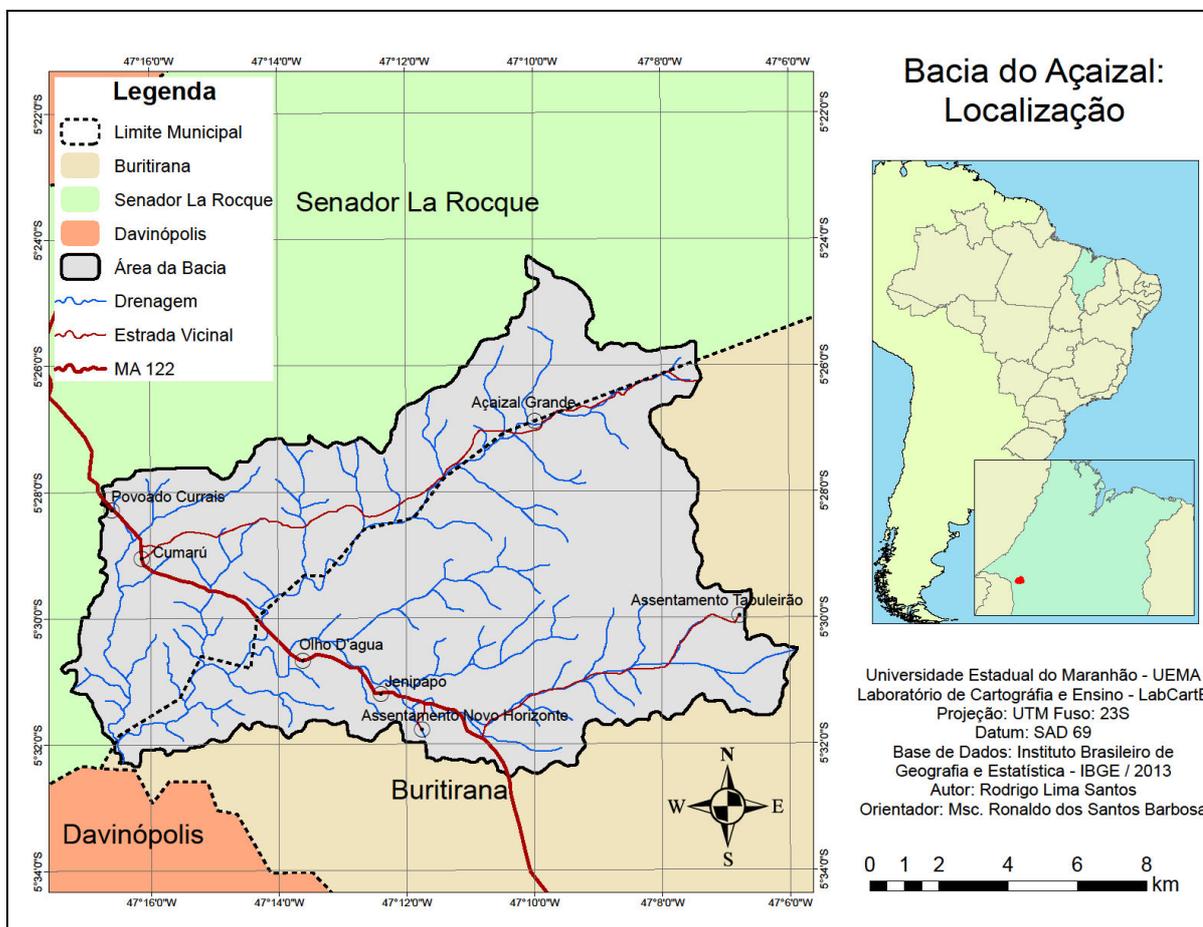


Figura 1 - Mapa de Localização da bacia do riacho Açaizal

O conhecimento de uma área torna-se indispensável para desencadear reflexões, sobre os impactos ambientais sofridos, os aspectos sociais e econômicos do local, bem como para diagnosticar necessidades de gestão e planejamento. Neste contexto ressalta-se o papel da caracterização ambiental como instrumento para o conhecimento dos aspectos físicos do meio ambiente.

Os aspectos físicos do meio podem compreender análises em elevado grau de complexidade, possibilitando, a verificação das áreas de relevo acentuado, o tipo de cobertura vegetal existente, o solo predominante, entre outras e segundo Beltrame (1994) os fatores antrópicos apresentam forte influência sobre o estado de conservação física, em que se

encontra a área de uma bacia. Esta conservação depende diretamente de planejamento das ações desenvolvidas dentro do espaço.

Esse tipo de caracterização agrega diversas variáveis no processo de aquisição de conhecimento e geração de saberes. As variáveis consideradas no processo de caracterização de ambientes mostram-se espacializadas por meio de mapas temáticos, cada uma representando uma variável dentro do processo. Assim sendo, destaca-se o papel dos Sistemas de Informação Geográficos, cada vez mais possibilitando o estudo de áreas maiores, em intervalos de tempo cada vez menores.

Para realização da caracterização bacia do riacho Açaizal, destacam-se os seguintes elementos: localização da área, geologia, hipsometria, declividade, curvatura, solos e uso da terra. O estudo do meio ambiente via tecnologias de geoprocessamento e análise em SIG, destaca-se principalmente pela praticidade na tomada de decisões.

A bacia do riacho Açaizal carece ainda de planejamento e gestão ambiental de seus recursos, encontrando-se em processo de degradação, segundo Vieira (2010). O primeiro passo para conhecer a realidade é o entendimento dos elementos físicos da bacia e sua dinâmica. Na área da bacia existem muitas propriedades rurais dedicadas à criação de gado de corte, o que evidencia o “avanço da pecuária e áreas de pastagem, antes na retaguarda das áreas de lavoura e atualmente sobre as mesmas” (ARCANGELI, 1987 apud BARBOSA, 2010, p. 39).

A bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural (YASSUDA 1993 apud PORTO, *et al*, 2008). Fica evidenciado, portanto, o alto potencial de inter-relação que se processam dentro de uma bacia hidrográfica.

O intenso movimento da pecuária de corte, agrava ainda mais a situação das nascentes e riachos que atravessam as fazendas da região, conforme relata Barbosa (2010), segundo este mesmo autor, a mata ciliar dos riachos são retiradas, causando erodibilidade das margens e o desaparecimento de alguns riachos.

Conforme destacado por Goldenfum (2003) “o objetivo da pesquisa hidrológica não é apenas a coleta de dados, mas principalmente, a interpretação destes dados para uso no

planejamento do aproveitamento dos recursos de água e solo.” (GOLDENFUM, 2003, p. 4), sendo assim, os objetivos não tem validade se não apresentarem aplicabilidades específicas.

Ao desenvolver este trabalho discuti-se a bacia hidrográfica. Para potencializar as observações, com o objetivo de proporcionar melhor entendimento da situação ambiental da bacia, através da elaboração de produtos temáticos para os fatores de: declividade, hipsometria, solos, formações geológicas e uso e cobertura vegetal.

A Bacia Hidrográfica, Enquanto Unidade de Estudos na Geografia.

Nos estudos ambientais é cada vez mais importante à visão do todo, este que uma vez fragmentado deixa de mostrar a realidade. Sendo assim, necessita assumir, um paradigma integrador, mediante seus elementos, sejam eles naturais, humanos ou sociais etc., partilhando deste mesmo ponto de vista, este trabalho assume a importância dos estudos integrados do meio ambiente. Dessa forma, procurando entender a dinâmica local, para assim implementar medidas, no sentido de fortalecer o planejamento ambiental na bacia do riacho Açaizal, conforme evidenciado em Branco (1999):

Tomemos como exemplo, muito simples, de um copo de cristal. De acordo com o método analítico, a melhor maneira de conhecer a sua essência, a sua intimidade, consistiria em reduzi-lo a tantas partes quantas possível, as quais seriam, a seguir, examinadas em detalhe. Ora, todos sabemos que o copo, uma vez fragmentado, deixa de ser um copo, pois já não atende à sua função primordial, que é de conter líquidos para serem bebidos. [...] Dir-se-ia que, com a fragmentação, algo foi perdido, alguma ligação entre as partes, ligação essa que seria indispensável à compreensão do todo (BRANCO, 1999, p. 1 – 2).

Conforme Barbosa (2010), a bacia hidrográfica é composta por diversos elementos que devem ser considerados no processo de gestão e manejo, este mesmo autor acredita que esses elementos influem negativa ou positivamente sobre o meio, de acordo com suas dosagens. A seguir são mostrados os elementos principais que compõem a análise física de bacias hidrográficas:

As características físicas de uma bacia hidrográfica são definidas a partir das características morfológicas, representadas pelos tipos de relevo, forma, orientação e declive da bacia de drenagem e pelos aspectos geológicos representados pelas estruturas, tipos litológicos, manto de intemperismo e classes de solos. Além desses aspectos, a cobertura vegetal, o tipo de ocupação e uso atual da bacia exercem também uma influência importante nas relações entre infiltração e escoamento superficial de uma bacia de drenagem (BARBOSA, 2010, p. 25).

Entender e analisar uma bacia hidrográfica é muito mais que conhecer os seus elementos ou conflitos decorrentes destes, num determinado recorte espacial ou temporal. Além desta compreensão, tem-se em vista o conhecimento do comportamento (harmônico ou não) dos elementos, fatores ou conflitos, apenas depois de examinado o Quadro geral da bacia é que se pode tomar providências, [...] “a abordagem sistêmica oferece, potencialmente, essa metodologia” (GREGORY, 1992, p. 271).

Stoddart (1967b) diz que “A análise sistêmica, finalmente, oferece à Geografia metodologia unificadora e, utilizando-a, a geografia não mais permanece à margem do fluxo do progresso científico” (STODDART, 1967b apud GREGORY, 1992, p. 217). Fica evidenciado então, que a partir do aporte metodológico sistêmico a geografia passa então a se fortalecer como ciência independente. A geografia física passa de uma geografia que até então dependia dos fluxos de progressos de outras ciências e até mesmo do próprio conhecimento científico, para uma ciência que começa a construir metodologias de trabalho independentes.

No primeiro momento, essa nova forma de trabalhar a geografia física, sistemicamente falando, não conseguiu atender às necessidades dos geógrafos, até porque os próprios geógrafos ainda se encontravam muito presos, às velhas abordagens e os objetos ficando ao caso de interesses passados. E para constatar a eficiência do novo modelo teórico até então pouco explorado, era preciso um movimento de renovação, tanto dos geógrafos, quanto da própria maneira como estes abordavam o conhecimento geográfico. Gregory (1992) ao falar da abordagem sistêmica e de como esta tem se mostrado na geografia ressalta-se que “a abordagem sistêmica tem sido necessariamente identificada como positiva e, como tal, tem sido menos resiliente na Geografia Humana [...] do que na Geografia Física” (GREGORY, 1992, p. 229).

Nos estudos ambientais em termos de integração da Geografia Física com disciplinas correlatas, uma abordagem sistêmica indubitavelmente é bem sucedida, principalmente se esta consegue se mostrar eficientemente adequada para resolver situações problemas, como é o caso das ciências exatas e de outras (COOKE, 1971 apud GREGORY, 1992). Percebe-se que no primeiro momento, tal abordagem deu conta apenas de desconstruir a dicotomia existente, dentro da própria geografia física, aproximando seus vários ramos de estudo. “Todavia, uma das maiores vantagens da visão sistêmica tem sido a de concatenar mais intimamente os ramos da Geografia Física e, deste modo, fazer da unidade do meio físico prospecto mais realista [...]” (GREGORY, 1992, p. 233).

De fato, a visão sistêmica nos estudos ambientais trouxe inúmeros benefícios, dentre eles, esta perspectiva certamente contribuiu e retardou bastante ou talvez tenha mesmo revertido a grande tendência sua a especialização e separação dos ramos da Geografia Física (GREGORY, 1992). O grande diferencial porém, foi a possibilidade de análise concreta dos elementos do meio físico de forma integrada, gerando aproximações cada vez maiores da realidade estudada.

“A gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990 [...]” (PORTO, 2008, p. 1). Essa forma de gestão de recursos hídricos baseada em recortes espaciais e por vezes, em recortes temporais para entender a dinâmica da área de estudos é relativamente nova no cenário acadêmico. Porém causa grandes divergências quanto às diferentes abordagens ou definições de bacias hidrográficas existentes.

Nesse cenário, ganha importância os estudos de manejo e gestão de grandes bacias, ficando as menores bacias de lado. Apenas de alguns anos até então, os estudos tem se voltado também, para a gerência de pequenas bacias hidrográficas, até pela compreensão existente de que se fragmentando a área de estudo, as análises podem ser obtidas com maior nível de validade científica.

Existem critérios que podem ser levados em conta na hora de definir as dimensões de uma bacia hidrográfica. No entanto, deve ser observada a capacidade de adaptação para diferentes realidades, pois todas as bacias hidrográficas apresentam usos, potenciais, elementos e atores diferentes e com grau de interferência no meio, também diferenciado. Por isso, “a definição das dimensões máximas de uma pequena bacia, sempre apresenta algum grau de subjetividade” (GOLDENFUM, 2003, p. 3).

Crítérios como, padrões geomorfológicos, climáticos, sociais, econômicos ajudam a delimitar as bacias hidrográficas, sendo de fundamental importância como elementos agregados na caracterização e no diagnóstico ambiental. Conforme sustenta Beltrame (1994): a localização da bacia deve ser definida mediante três principais aspectos, a saber:

- Coordenadas geográficas; Localização político-territorial (municípios, distritos); Classificação hidrológica; (BELTRAME, 1994, p. 21).

Os diferentes fatores integrantes do meio, naturalmente exercem determinado grau de influência e contribuem com a dinâmica local, em diferentes escalas; uma área de relevo

fortemente acentuação “dificulta a exploração florestal e a ocupação humana em geral.” (FLORENZANO, 2011 p. 94). Podendo-se deduzir que áreas de relevo plano e pouco ondulado, tendem a sofrer processos de erosão, influências antrópicas e exploração florestal em maiores intensidades.

A cobertura vegetal exerce papel muito importante em relação ao solo; este sendo protegido das intempéries naturais, segundo os ensinamentos de Beltrame (1994):

A cobertura vegetal é um fator importante na manutenção dos recursos renováveis. Além de exercer papel essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, reduzindo o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença de matéria orgânica, etc (BELTRAME, 1994, p. 14).

Do mesmo modo que a cobertura vegetal, o clima tem seu papel na manutenção dos recursos naturais renováveis, encontrados na natureza, bem como em sua degradação. Este apresenta diferentes ciclos, sendo dois os mais comuns na bacia Hidrográfica do Açaizal, período chuvoso e período da seca. Cumpre verificar os esclarecimentos de Beltrame (1994) sobre as influências climáticas:

“O clima é outro fator natural que, direta ou indiretamente, influencia na degradação dos recursos naturais renováveis. Na degradação do recurso solo, a chuva intensa exerce influência bastante expressiva. O efeito erosivo das gotas de chuva dá-se com a desagregação, o transporte através do salpicamento e o escoamento superficial das partículas de solo, caracterizando assim, a erosão” (BELTRAME, 1994, p. 14).

O estudo dos índices pluviométricos de uma região pode fornecer subsídios para entender aspectos do local. Sendo que as chuvas de uma região influenciam diretamente na maior ou menor vigorosidade da cobertura vegetal. Cumpre verificar a lição de Beltrame (1994) “a chuva exerce papel fundamental na manutenção do ciclo da água e, conseqüentemente, do balanço hídrico em uma bacia hidrográfica” (BELTRAME, 1994, P. 14).

Soma-se a este fato, a declividade do terreno, que associado a outros elementos anteriormente expostos “[...] exerce influência na maior ou menor infiltração de água da chuva e na velocidade do escoamento superficial, contribuindo também, no processo erosivo” (BELTRAME, 1994, p. 15) pois “a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural” (Yassuda, 1993 apud PORTO, *et al*, 2008, p. 1).

A gestão de pequenas bacias hidrográficas ainda é pouco destacada no cenário acadêmico. Se as grandes bacias hidrográficas tem importância nacional e regional, com suas grandes dimensões, vastas redes de drenagem e reservatórios gigantesco. As pequenas bacias não devem ser esquecidas, pois estas se configuram como unidades de análise de alta dinamicidade, pela sua reduzida área, possibilitando análises cuidadosas, mas não menos importantes.

A bacia do riacho Açaizal, por se tratar de uma pequena bacia hidrográfica, conforme proposto por Goldenfum (2003), é passíveis de identificação segundo parâmetros e processos claramente identificáveis (Ponce, 1989 apud Goldenfum, 2003, p. 3) descritos no Quadro 1:

Quadro 01 – Modelo Comparativo e Classificatório de bacias Hidrográficas.

Pequenas bacias (Microbacias ou sub-bacias)	Grandes bacias (bacias Hidrográficas)
A precipitação pode ser considerada como uniforme distribuída no espaço, sobre toda bacia.	A precipitação, assim como outros atributos (vegetação, temperatura e etc.) são distribuídos de maneira desigual no ambiente.
A precipitação pode ser considerada como uniformemente distribuída no tempo.	A precipitação é considerada mal distribuída no tempo, podendo passar por longos períodos de instabilidade.
A duração das tormentas geralmente excede o tempo de concentração da bacia.	A duração das tormentas geralmente é insuficiente.
A geração de água e sedimentos se dá principalmente pelo escoamento nas vertentes.	A geração de água e sedimentos podem acontecer por meio de precipitações, escoamentos e outros, em virtude da alta concentração de mm acumulados.
Os processos de armazenamento e de fluxo concentrado na calha dos cursos d'água são pouco importantes.	Os processos de armazenamento e fluxo de materiais concentrados são fatores de alto grau de impacto.

Fonte: Adaptado de Goldenfum, (2003). Org. Autores.

O termo microbacia, geralmente, é adotado para bacias hidrográficas de menor dimensão, a exemplo da “bacia do Açaizal com 179,5 km²” (BARBOSA, 2010, p. 18). Em comentário a essa questão, Botelho (2007) aponta que não há consenso sobre sua definição e dimensão, porém, efetua a seguinte consideração:

Microbacia é toda bacia hidrográfica cuja área seja suficientemente grande, para que se possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos do Quadro socioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis (materiais, humanos e tempo), respondendo positivamente à relação custo/benefício existente em qualquer projeto de planejamento (BOTELHO, 2007 apud SOUSA, 2010, p. 4).

Pode-se compreender desta forma, que as inter-relações encontradas no ambiente e os recursos disponíveis estão intimamente ligados numa relação de proporcionalidade, de maneira que possam responder positivamente a três fatores de ordem técnica: planejamento ou projeto, custo/benefício e aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, optou-se pela adoção de passos metodológicos, assim descritos, respectivamente: Estudos teóricos sobre o tema, Seleção de bases cartográficas, Elaboração do banco de dados, Elaboração de mapas temáticos e Visitas de campo para ajuste dos mapas temáticos.

Na confecção da base cartográfica utilizou-se diferentes dados (orbitais, altimétricos e morfométricos). Os procedimentos metodológicos foram executados a partir dos softwares/SIG^s da ESRI (Arcmap) em sua versão 10.1, Spring 5.2.1 e Envi 5.0. O processo de aquisição dos dados orbitais foi realizado através do catálogo de imagens do INPE e do Serviço Geológico Americano - USGS. Os dados adquiridos foram respectivamente do satélite LANDSAT 5 sensor – TM (*Tematic Mapper*), composição RGB 5 4 3, órbita/ponto 222/064 de 17/09/2011, com resolução espacial de 30 metros e espectral de 7 bandas.

Além destes dados altimétricos e morfométricos do projeto TOPODATA/INPE, foram adquiridos e submetidos ao processamento em SIG. A partir destes, foram gerados os mapas de Localização, Mapa Imagem da bacia, Mapas de Declividade, Hipsometria, Curvatura Geral das Vertentes, Mapas de Solo e Geologia e mapa de Uso e Cobertura Vegetal.

Os procedimentos metodológicos detalhados empregados na geração dos mapas estão abaixo descrito:

- **Mapa de Localização da bacia:** O mapa de localização da bacia foi desenvolvido a partir de Shapefiles (Arquivos de desenho/formato vetorial aceitos pelo SIG ArcMap 10.1) do Brasil, Maranhão e municípios do Maranhão, obtidos no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. O Shapefile da América do Sul foi disponibilizado pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/UFG. Sendo a delimitação da bacia e rede de drenagem, feita através de carta de localização (trabalhos anteriores realizados na bacia) georreferenciadas e vetorizadas manualmente em ambiente SIG.
- **Mapa de Geologia:** O mapa de geologia foi produzido no SIG ArcMap 10.1 a partir do georreferenciamento da carta anterior, produzida com dados de 1990, em escala original de 1:250.000. Após georreferenciada (atribuídas às coordenadas geográficas) a carta, deu-se início ao processo de vetorização manual em forma de polígonos das formações geológicas existentes, para quantificação da área de abrangência de cada classe em km² e porcentagem (%) e ao final, a confecção do layout.

- **Mapas de Hipsometria, Declividade e Curvatura:** Os mapas de hipsometria, declividade e curvatura foram elaborados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), originário do projeto TOPODATA/INPE. Resolução espacial de 30m. Elaborou-se o modelo de hipsometria, onde foram identificadas 9 (nove) classes (159-201, 201-243, 243-285, 285-327, 327-369, 369-411, 411-453). Já no mapa de declividade foram identificadas sete classes. A metodologia adotada para a determinação das classes de declive foi a de RAMALHO FILHO e BEECK (1994). Os autores definiram os seguintes intervalos: 0% - 3% com relevo plano a praticamente plano, 3% - 8% relevo suave ondulado, 8% - 13% relevo moderadamente ondulado, 12% - 20% ondulado, 20% - 45% forte ondulado, e < 45% escarpado. O mapa de curvatura teve as classes definidas a partir das quebras naturais com mínima variância intra-classe. Sendo identificadas curvaturas nas formas retilíneas, côncavas e convexas.
- **Mapa de Solos:** O mapa de solo foi georreferenciado (atribuídas às coordenadas geográficas) no SIG ArcMap 10.1 a partir da carta anterior, produzida através do mapa de solos da EMBRAPA/CNPS em escala de 1:100.000 de 1996. Em seguida, a imagem passou pelo processo de vetorização manual com a ferramenta de construção de polígonos, tornando possível a identificação das classes de solo, elaboração do layout final do mapa e quantificação das áreas em km² e porcentagem.
- **Mapa de Vegetação e Uso da Terra de 2011:** Imagem Landsat TM 5 (resolução espacial de 30m e espectral de 7 bandas) composição colorida RGB/543. Órbita/Ponto 222_064 de 17/09/2011. Segmentação do SPRING 5.2.1 DGI/INPE, índice de similaridade foi 12. Definição de classes solo exposto, pastagem, agricultura, vegetação natural, vegetação secundária, área urbana, queimadas e Corpos D'água. O produto obtido após classificação foi exportado no formato tiff/geotiff para o SIG ArcMap 10.1, que foi reconvertido em formato shapefile, para quantificação da área que cada classe ocupou no mapa em km² e porcentagem (%) e posterior confecção do layout final do mapa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS FÍSICOS DA BACIA

Mapa de Localização da Área de Estudo

O mapa de localização da bacia do riacho Açaizal (Figura 1), exibe três layouts, o primeiro em ordem de aproximação da área de estudo, mostra que a bacia encontra-se

localizada na América do sul e destaca o Brasil e todos os seus estados; o segundo layout mostra a localização da bacia dentro do estado do Maranhão.

A bacia do riacho Açaizal tem área equivalente de 179,5 km², apresenta rede de drenagem bem distribuída sobre o terreno, é cortada pela rodovia MA - 122, no mapa mostrado em vermelho, ao longo da rodovia estadual são apresentados, inicialmente, no sentido dos municípios de Senador La Rocque (em verde) – Buritirana (em tom bege), o povoado Currais, Cumaru, Olho d'água, Jenipapo e o assentamento Novo Horizonte ainda na bacia encontra-se o povoado Açaizal Grande e o assentamento Tabuleirão. A bacia apresenta forma irregular em preto, percebe-se o limite municipal dentro da bacia, cortando-a.

A situação ambiental em alguns pontos da bacia passa por grande fragilidade que deve ser observada com olhar atento e cuidadoso, conforme se presencia nas seguintes figuras 02 e 03:



Figura 02 - Trecho do Riacho Açaizal próximo a MA 122.
Fonte: Acervo Pessoal dos Autores



Figura 03 - Lixo na beira da MA 122.
Fonte: Acervo Pessoal dos Autores

Mapa de Formações Geológicas

O conhecimento da formação geológica de uma área é muito importante, pois pode indicar o período de formação do solo; vale ressaltar, que cada formação geológica apresenta características e predominâncias distintas. Na bacia do riacho Açaizal (Figura 4), foram identificadas três formações geológicas, a saber: TQc - Coberturas Tércio – Quaternárias (15,3 % de predominância na área), Kc - Formação Codó (6,3% de predominância) e Ki - Formação Itapecuru (78,4 % de predominância). A seguir, será apresentada a caracterização das respectivas formações geológicas e posteriormente a Tabela 1, contendo as classes de solo e as áreas na bacia.

TQc - Coberturas Tércio Quaternárias:

São consideradas Coberturas Tércio-Quaternárias os agrupamentos litológicos formados por sedimentos imaturos de natureza arenosa, argilosa e laterítica, que capeiam discordantemente os depósitos da Formação Itapecuru. Em âmbito regional, essas coberturas recobrem indistintamente todas as unidades estratigráficas da bacia do Parnaíba. Já em nível local, recobre toda a parte norte-nordeste e leste da bacia, ocupando o topo da serra do Arapari. As quais constituem as partes mais elevadas da área com cotas superiores a 300m (BARBOSA, 2010, p. 71).

Kc - Formação Codó:

[...] conjunto de sedimentos compostos litologicamente por folhelhos calcíferos e betuminosos com lentes de calcário, concreções de gipsita e peixes fósseis, que ocorrem nas proximidades da cidade de Codó do Maranhão. As áreas de ocorrência são caracteristicamente planas, com interflúvios amplos e leito das drenagens em forma de U largo (BARBOSA, 2010, p. 72).

Ki - Formação Itapecuru:

A Formação Itapecuru apresenta uma litologia constituída basicamente de: arenitos de cores diversas, predominando o cinza, róseo e vermelho, com estratificações cruzadas e silificações. Pertence ao Cretáceo inferior, estende-se praticamente por toda a parte centro sul do estado, ocupando uma área de quase 50% da área do estado. É constituída de arenitos finos e médios, localmente grossos; níveis argilosos. Apresenta estratificação cruzada acanalada, às vezes, festonadas. Tendo como potencial mineral argila e areia. Os melhores afloramentos desta formação podem ser encontrados ao longo de cortes das rodovias: BR-010 próximo de Imperatriz e MA-122 nas imediações dos povoados Pé de Galinha ao povoado Varjão dos Crentes (BARBOSA, 2010, p. 68 - 69).

Tabela 1 – Formações geológicas e suas respectivas áreas na bacia.

Formações Geológicas	Área em km²	Área em %
kc - Formação Codó	11,3	6,3
TQc - Coberturas Tércio - Quaternárias	27,5	15,3
ki - Formação Itapecuru	140,5	78,4
Total	179,5	100

Fonte: Mapa de formações geológicas. Org. Autores.

Diante dos dados apresentados, destaca-se a importância do conhecimento da estrutura da bacia formada basicamente de arenito e que em virtude da topografia do terreno torna-se susceptível a processos erosivo, em especial no alto curso da bacia.

Quanto aos dados apresentados observa-se a predominância indiscutível da Formação Itapecuru em quase 80% da área da bacia, conforme pode ser observado na figura 4 apresentado a seguir:

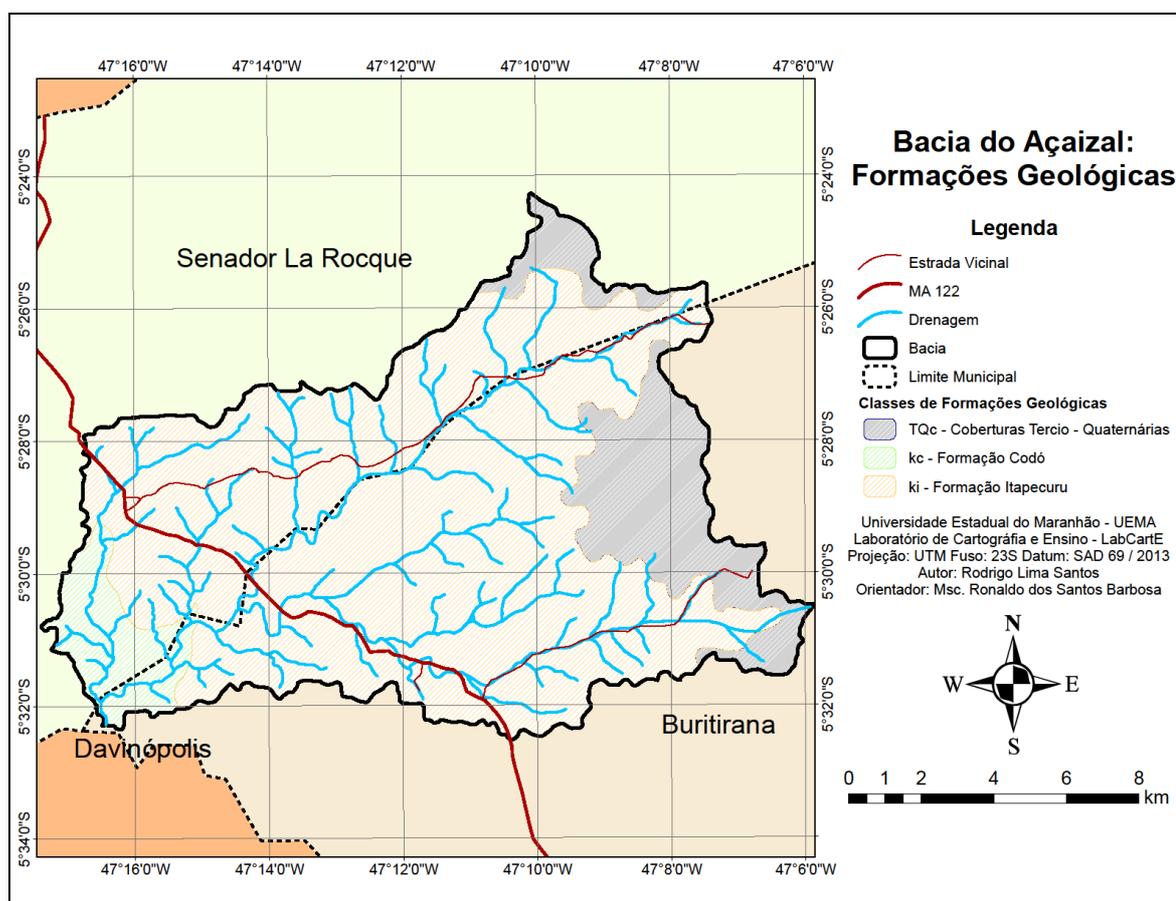


Figura 4 - Mapa de Formações Geológicas da bacia do riacho Açaizal

Mapa de Hipsometria

As classes hipsométricas identificadas na bacia (Figura 6) estão entre altitudes de 159 metros no ponto de menor altitude, até 453 metros no ponto mais alto. Dentro do intervalo são estabelecidas nove classes altimétricas. Associado à hipsometria da bacia inseriu-se a rede de drenagem da bacia, composta por cerca de 180 km de extensão ao longo de toda bacia, entre estes são considerados os três principais riachos (Açaizal, Tabuleirão e Prainha) e todos os seus afluentes. Diferentemente do mapa de curvas de nível, o mapa hipsométrico revela a altitude da área em relação ao nível do mar.

A Tabela 2 apresenta as classes hipsométricas e suas respectivas áreas na bacia, em km² e porcentagem.

Tabela 2 – Classes de hipsometria e suas respectivas áreas.

Classes	Área em km ²	Área em %
225 - 257	29,7	16,5
388 - 421	1,1	0,6
355 - 388	2,3	1,3
323 - 355	4,1	2,3
Classes	Área em km ²	Área em %
192 - 225	62,0	34,5

257 - 290	14,1	7,9
290 - 323	7,1	4,0
159 - 192	58,7	32,7
421 - 453	0,3	0,2
Total	179,5	100

Fonte: Mapa de hipsometria. Org. Autores.

A partir das informações apresentadas na Tabela, é possível verificar a predominância de três distintas classes na bacia do riacho Açaizal são elas: as altitudes entre 192 – 225, 159 – 192 e 225 – 257, que juntas somam mais de 50% da área total da bacia.

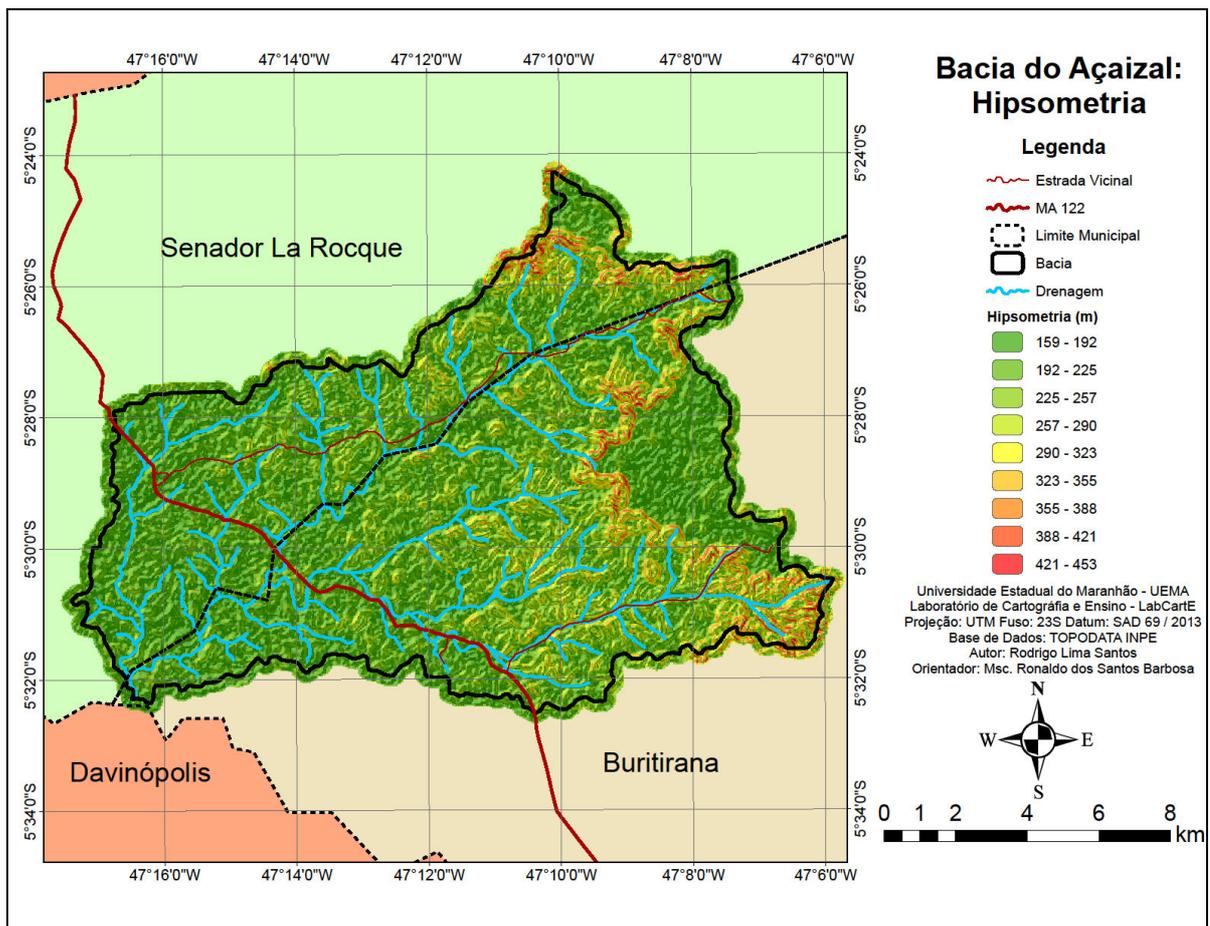


Figura 6 - Mapa de Hipsometria da bacia do riacho Açaizal

Mapa de Declividade

Entende-se por declividade a inclinação do terreno, em relação ao plano horizontal do nível do mar. A declividade de uma determinada área pode, entre outras coisas, influenciar diretamente no potencial erosivo dos solos, no transporte e deposição de sedimentos, por meio do escoamento superficial da água da chuva. A bacia do riacho Açaizal pode distintamente ser dividida em três regiões de declividades: as regiões de alta declividade, as médias

declividades e as baixas declividades, seguindo da alta bacia, para a baixa bacia respectivamente. As classes de declividades (Figura 7) foram extraídas da metodologia de RAMALHO FILHO e BEECK (1994), os autores definiram os seguintes intervalos: 0% - 3% com relevo plano a praticamente plano, 3% - 8% relevo suave ondulado, 8% - 13% relevo moderadamente ondulado, 12% - 20% ondulado, 20% - 45% forte ondulado, e < 45% escarpado.

Na bacia do Açaizal pode-se caracterizar áreas naturalmente tendenciosas a erosão e associá-las ao formato da vegetação existente, ou seja, com maior possibilidade de ação dos agentes naturais externos de modificação do relevo. Essas áreas são observadas ao longo da alta bacia, apresentando declividades < 45% indicando relevo escarpado. As áreas da parte central da bacia também referidas por média bacia apresentam declividades médias; o relevo tende a ser mais plano, à medida que se aproxima da foz do riacho. Essas são áreas onde pode-se encontrar com maior predominância, os processos antrópicos, tais como a substituição da vegetação natural por padrões vegetais agricultáveis, pastagens e o desmatamento no local. É nessa região, que se encontram as grandes fazendas, mais valorizadas da bacia.

A baixa bacia apresenta as menores declividades, sendo uma área com relevo plano a praticamente plano. Encontram-se nesta área três das maiores povoações. A rede de drenagem associada aos padrões de declividade possibilita entender a dinâmica de seus riachos. Orientando-os e atuando diretamente sobre o seu processo de transporte de sedimentos e também na velocidade do riacho. A seguir será apresentada a Tabela 3, mostrando as classes de declive e suas respectivas áreas.

Tabela 3 – Classes de declividade e suas respectivas áreas.

Classes	Área em km²	Área em %
0 - 3	80,0	44,7
3 - 8	60,0	33,5
8 - 12	23,0	12,8
12 - 20	9,0	5,0
20 - 45	5,0	2,8
> 45	2,0	1,1
Total	179,5	100

Fonte: Mapa de declividade. Org. Autores.

Observando as informações na Tabela, quanto a predominância entre as classes, é possível verificar que três delas ganham destaque na bacia do riacho Açaizal, são elas: as classes de declividade de 0 – 3, 3 - 8 e 8 - 12, que juntas somadas chegam a 90% da área da bacia. Configurando uma bacia de baixas declividades e alto potencial de uso do solo.

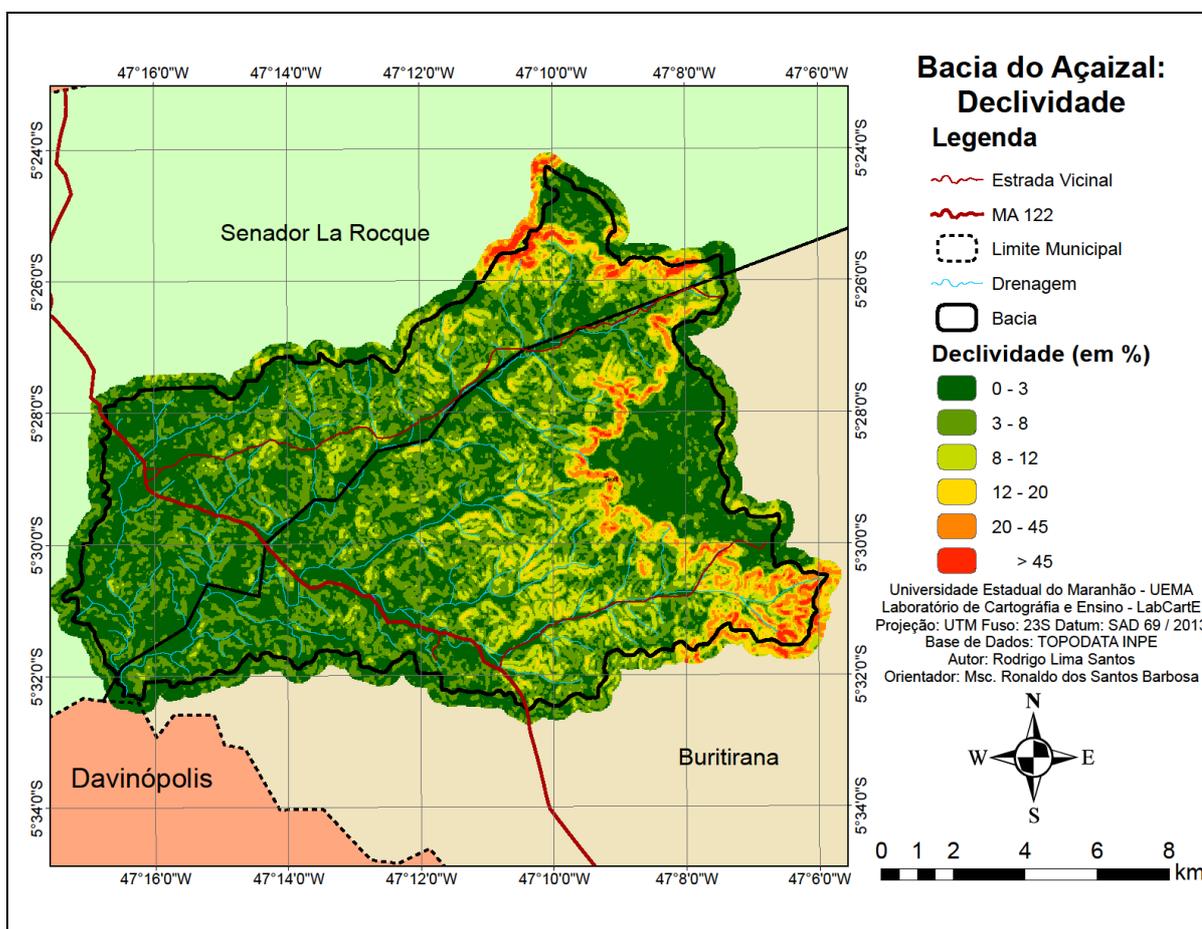


Figura 7 - Mapa de Declividade da bacia do riacho Açaizal

Mapa de Curvatura Geral das Vertentes

O mapa de curvatura geral das vertentes (Figura 8) pode servir de parâmetro indicador para orientar a interpretação da direção da rede de drenagem, em bacias hidrográficas. Porém, com atribuições quanto à identificação de áreas de depósito de sedimentos e áreas de alta erodibilidade. Confeccionado a partir de dados altimétricos e identificadas três classes distintas, a saber, conforme indicadas na Tabela 4. Portanto, a bacia do Riacho Açaizal apresenta tendência uniforme neste aspecto e pode ser classificada como regular, de maneira geral, ou seja, não há padrão distinto de uma classe sobre as outras.

Terrenos côncavos são potencialmente favorecidos, á deposição de materiais, enquanto terrenos convexos são fragilizados, tendo maior possibilidade de ação dos agentes naturais de modificação do relevo e as áreas retilíneas são favoráveis ao escoamento das águas, conforme o tipo de solo esse escoamento também pode ocasionar erosão e consequentemente, ter ou não maior potencial para infiltração da água.

Tabela 4 – Formas de curvatura das vertentes e suas respectivas áreas.

Forma	Área em km ²	Área em %
Côncava	60,4	33,7
Convexa	60,6	33,8
Retilínea	58,4	32,6
Total	179,5	100

Fonte: Mapa de curvatura geral das vertentes. Org. Autores.

Após análise das informações, percebe-se o equilíbrio entre as classes encontradas na bacia, sem haver, portanto, predominâncias consideráveis entre as classes identificadas.

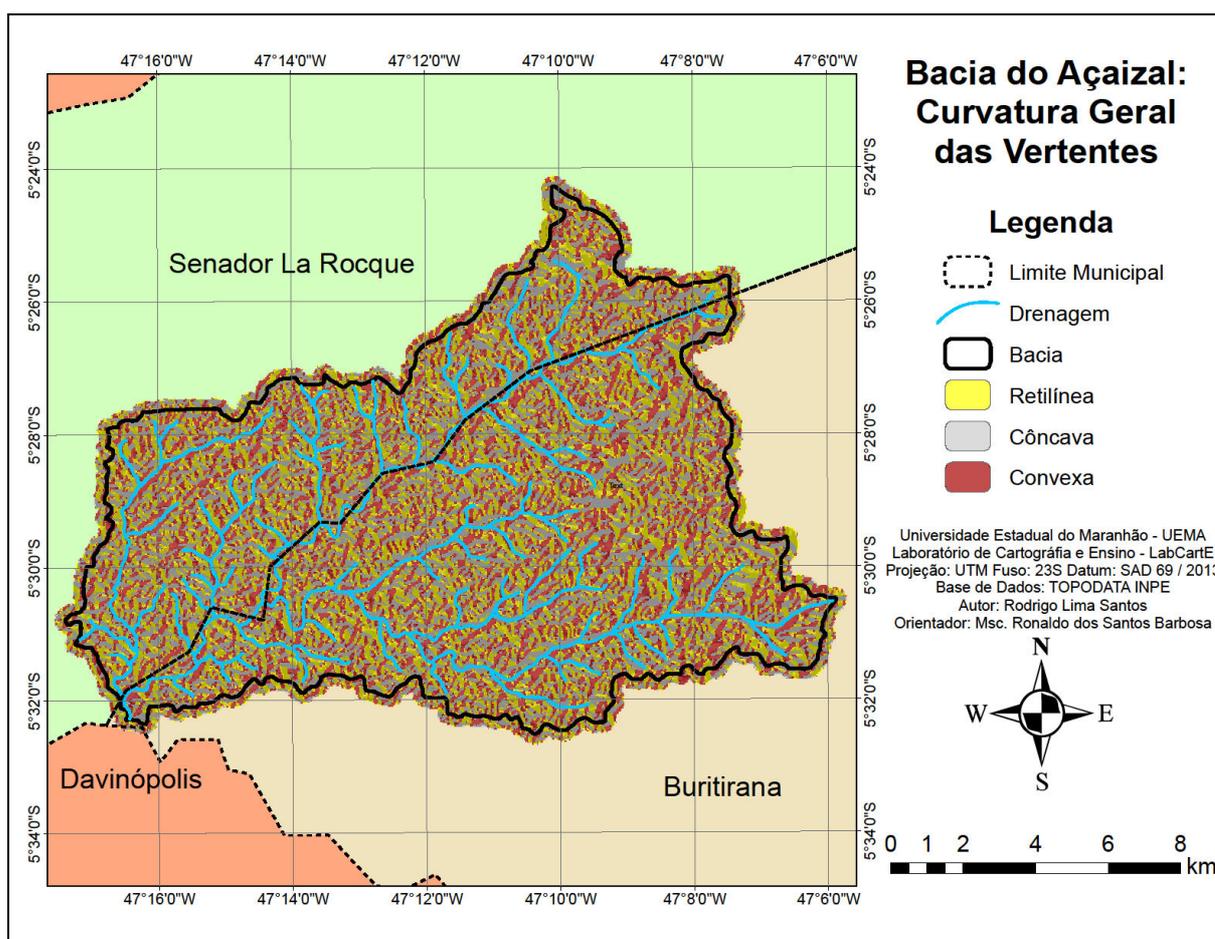


Figura 8 - Mapa de Curvatura Geral das Vertentes da bacia do riacho Açaizal

Mapa de Solos

O conhecimento dos tipos de solos de uma área é importante, pois pode indicar a sua composição química e mineralógica; vale ressaltar que de acordo com o tipo de solo é possível identificar quais atividades são propícias a serem desenvolvidas numa região. Cada tipo de solo apresenta características e predominâncias distintas. Na bacia do riacho Açaizal (Figura 9), foram identificadas três classes de solos, a saber: Argilossolo Vermelho Amarelo (71,0 % de predominância na área), Latossolo Amarelo (5,8 % de predominância) e Plintossolo Argilúvico (23,2 % de predominância). A seguir, será apresentada a caracterização dos respectivos tipos de solos e predominâncias apresentadas na Tabela 5.

Argilossolo Vermelho Amarelo –

Os Argissolos (P) em geral são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural de cores avermelhadas e amareladas, com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A. No que se refere ao grupo dos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), são solos com matriz 5YR ou mais vermelho ou mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (BARBOSA, 2010, p. 89).

Latossolo Amarelo –

Para Santos [et. al] (2001), os Latossolos (L), são constituídos por material mineral, não hidromórficos, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer horizonte A, dentro de 200 cm de superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. São solos que apresentam adiantado processo de evolução, em geral sendo constituído de material bastante intemperizado, de baixa relação silte/argila e reduzida proporção de minerais alternáveis (BARBOSA, 2010, p. 90).

Plintossolo Argilúvico -

Plintossolos (F): Solos constituídos por material mineral, nesta classe de solo o horizonte plântico inicia-se nos 40 cm desde a superfície, ou mesmo dentro dos 200 cm quando está subjacente ao horizonte A ou E que apresenta restrição de drenagem. Os Plintossolos Argilúvicos (FT) possuem horizonte B textural coincidindo com o horizonte plântico (BARBOSA, 2010, p. 92).

Tabela 5 – Solos da bacia e suas respectivas áreas.

Classe de Solos	Área em km²	Área em %
Latossolo Amarelo	10,3	5,8
Argilossolo Vermelho Amarelo	127,3	71,0
Plintossolo Argilúvico	41,7	23,2
Total	179,5	100

Fonte: Mapa de Solos. Org. Autores.

A presença marcante do Argilossolo Vermelho Amarelo caracteriza a formação de solos da bacia, estando presente em 71% da área total.

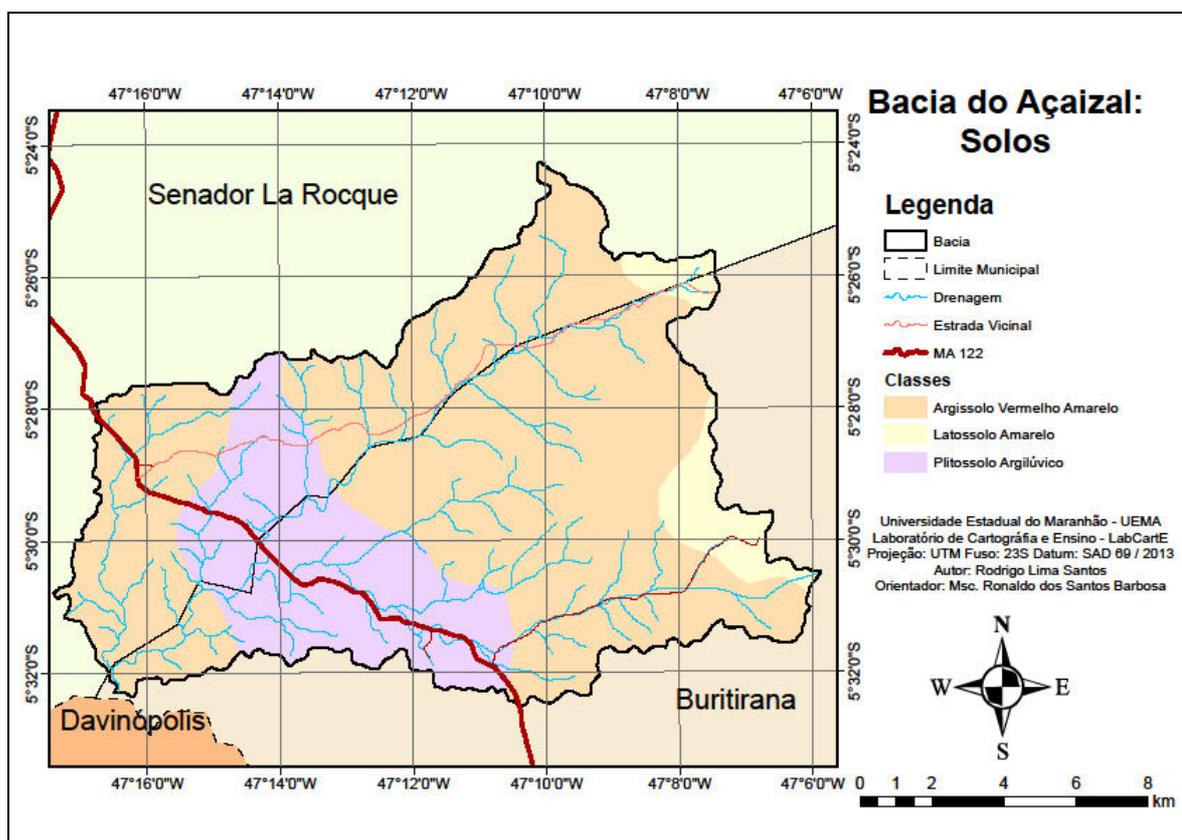


Figura 9 - Mapa de Solos da bacia do riacho Açaizal

Mapa de Uso e Cobertura Vegetal

O mapa de uso e cobertura vegetal da bacia do riacho Açaizal (Figura 10) mostra sete classes distintas identificadas, a saber: corpos d'água, vegetação secundária, solo exposto, pastagem, queimadas, vegetação natural e agricultura, todas em proporções distintas e com diferentes pontos de concentração ao longo da bacia.

A predominância, dentre as classes fica por conta das áreas de pastagem, agricultura, vegetação natural e vegetação secundária respectivamente. O que indica forte presença da ação antrópica neste local. Observou-se ainda, a presença de alguns focos de queimadas na bacia, demonstrando a antiga prática de limpar áreas, para agricultura ou para a renovação da pastagem, por meio do fogo.

É importante perceber as áreas urbanas da bacia e verificar à sua volta, qual o tipo de ocupação prevalecente. Outra observação importante são as pastagens, quase sempre na baixa e média bacia, próximas a rodovia MA 122. Dessa forma, facilitando o transporte dos animais. O que não é percebido em grandes proporções na alta bacia. A Tabela 6, a seguir, exemplifica as classes e seus percentuais em áreas na bacia.

Tabela 6 – Classes de uso e cobertura vegetal e suas respectivas áreas

Classe	Área em km ²	Área em %
Corpos D'agua	0,1	0,04
Vegetação Secundária	41,3	19,68
Solo Exposto	3,0	1,43
Pastagem	65,5	31,25
Agricultura	50,8	24,23
Vegetação Natural	46,1	22,01
Queimadas	2,9	1,36
Total	209,7	100,00

Fonte: Mapa de uso e cobertura vegetal. Org. Autores.

Portanto, identifica-se na bacia, a predominância de quatro classes: pastagem, agricultura, vegetação natural e vegetação secundária, juntas totalizando mais de 90 % da área da bacia.

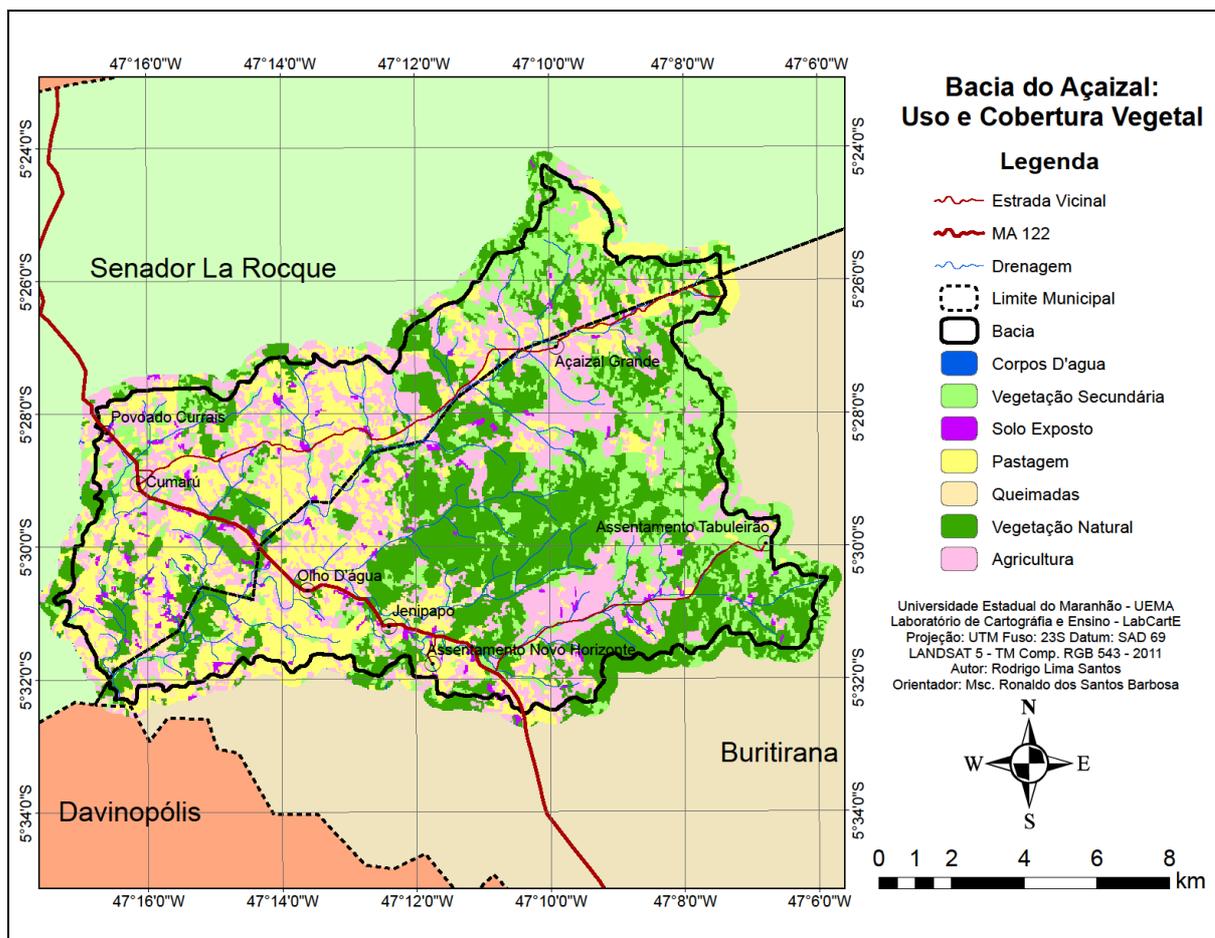


Figura 10 - Mapa de Uso e Cobertura Vegetal da bacia do riacho Açaizal

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização dos elementos físicos de uma bacia permite identificar pontos de vulnerabilidade, fragilidade através de parâmetros especificados. E o conhecimento do ambiente estudado pode assim, ser obtido e usado em prol de planejamentos e manejos ambiental de recursos hídricos, como é o caso de bacias hidrográficas.

Os estudos ambientais, de modo geral, devem preocupar-se em contribuir de maneira significativa, na vida das pessoas envolvidas no processo. A bacia do riacho Açaizal vivencia um período de grande fragilidade, pelas condições atuais, vinculadas a situações passadas como, a violência do rápido processo de ocupação sofrido, a intensificação do uso do solo, de maneira pouco cuidadosa a substituição das áreas de agricultura pelas áreas de pastagem, evidenciando a troca de interesses e a especulação. Em virtude do exposto anteriormente, percebe-se o quão é frágil a bacia do riacho Açaizal.

Já com alguns riachos em processo de assoreamento, geralmente aqueles próximos a rodovia MA 122, verificando-se a presença de lixo doméstico em suas margens, sendo que

estes não são os únicos fatores de risco, a população mostra-se muito passiva em relação à situação vivenciada e o poder público não desenvolve ações no sentido de preservação dos recursos.

Se por um lado, existe a população residente no local, por outro tem-se os fazendeiros da região que moram geralmente em outras localidades, não se importando com a preservação da vegetação e riachos, dentro de suas terras. Este trabalho é o diagnóstico inicial da bacia em questão, permitida conhecer a situação ambiental da bacia.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. dos S. ; CHAVES, Manoel Rodrigues . GEOMORFOLOGIA AMBIENTAL E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIACHO AÇAIZAL/MA. **Pesquisa em Foco (UEMA)**, v. 18, p. 01-22, 2010.

BARBOSA, Ronaldo dos Santos. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Riacho Açaizal em Senador La Rocque/MA**. 2010. 123f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

BRANCO, Samuel Murgel. A visão sistêmica e a Visão Reducionista: dois grandes paradigmas conceituais. In: _____. **Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. p. 1-8.

BELTRAME, Angela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994. 112 p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GOLDENFUM, Joel Avruch. Pequenas bacias hidrológicas: conceitos básicos. In: PAIVA, João Batista Dias de et all. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Reimpressão rev. Aum. – Porto Alegre: ABRH, 2003. 3 – 13.

GREGORY K. J.O sistema ambiental – todos os sistemas participam? In: _____. **A natureza da geografia física**. Trad. Eduardo de Almeida Navarro. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: 1992. p. 217 – 247.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/> acesso em: 18 mar. 2013, 15:44:27

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=211176> acesso em 17 mar. 2013, 16:02:10

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estud. av. vol. 22, nº 63, São Paulo, 2008.

RAMALHO FILHO, Antônio; BEEK, K. J. **Sistema de aptidão agrícola de terras**. 3. ed. rev.. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994. 65 p.

SOUSA, Silvio Braz de; SLVA, Karine Araujo e. **A Microbacia Hidrográfica Como Unidade de Planejamento Urbano Ambiental: Uma Análise da Microbacia do Córrego Pedreira, Município de Goiânia – GO**. In: I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço. São Paulo, Rio Claro, 2010. p. 4723 – 4742.

VIEIRA, Maria Cefises. **A Problemática Ambiental e a Educação Ambiental como forma de orientar a Comunidade de Açaizal Grande, Senador La Rocque/MA..** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual do Maranhão. Orientador: Ronaldo dos Santos Barbosa.

Recebido para publicação em 03/06/2013

Aceito para publicação em 08/07/2013