

GEOMORFOLOGIA AMBIENTAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O PLANEJAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO AÇAIZAL, EM SENADOR LA ROCQUE/MA

Ronaldo dos Santos Barbosa¹, Manoel Rodrigues Chaves²

¹Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Caixa Postal 09, Tirirical, CEP: 65055-970, São Luís - Maranhão – Brasil, e-mail: mestrando2005@hotmail.com

²Universidade Federal de Goiás

RESUMO

O presente trabalho discute a importância dos estudos geomorfológicos no planejamento de bacias hidrográficas, em especial de bacias localizadas em áreas rurais. Realizou-se o estudo na bacia hidrográfica do riacho Açaizal com uma área de 181,5 km² situada na Microrregião de Imperatriz. A referida bacia é cortada pela rodovia MA 122 que liga o município de Imperatriz ao de Amarante. A área apresenta sérios problemas em função do aumento da produção de fécula, resultante do acúmulo de massa e casca de mandioca às margens do riacho. O mesmo encontra-se quase seco com seu leito cheio de lixo, massa e casca de mandioca, recebendo ainda manipueira de mandioca que apresenta alto teor de HCN, o qual destrói os peixes e a vegetação. Para a realização do estudo foram utilizadas bases cartográficas e técnicas de geoprocessamento para a geração de cartas temáticas. A bacia do

riacho Açaizal apesar de ocupar uma área de predominância de Argissolos Vermelho-Amarelo e relevo relativamente plano, com suaves ondulações, não ultrapassando 500 m, apresenta sinais de degradação em função da má forma de uso e da terra, sejam pelas práticas agrícolas e/ou, atividades econômicas desenvolvidas em seu interior. Dentre os impactos observados no interior da bacia podem-se destacar focos de erosão em estágios bem avançados, alguns em forma de ravinas outro de voçorocas, poluição das águas com resíduos oriundos das atividades econômicas como o caso da manipueira da mandioca e desmatamento da mata ciliar. Urge a necessidade da elaboração de um planejamento e ordenamento territorial para o uso da bacia, para que problemas como os que já se manifestam no interior da mesma sejam amenizados ou evitados.

Palavras-Chave: Geomorfologia Ambiental. Bacia Hidrográfica. Açaizal Grande.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY AND ITS CONTRIBUTION TO THE PLANNING OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE CREEK FROM AÇAIZAL, SENADOR LA ROCQUE / MA

This paper discusses the importance of geomorphological studies in the planning of hydrographic basin, especially hydrographic basin located in rural areas. We carried out the study in the hydrographic basin of the stream Açaizal with an area of 181.5 km² located in Microregion of Imperatriz. This basin is cut by the highway MA 122 that connects the city of the Imperatriz of Amarente. The area presents serious problems due to the increase in production of starch, resulting in mass accumulation and cassava peel the banks of the stream. The same is almost dry with its bed full of junk, pasta and cassava peel, also receiving cassava that contains high levels of HCN, which destroys fish and vegetation. To conduct the study were

used cartographic and GIS techniques for generation of thematic maps. The basin of the stream Açaizal despite occupying an area of predominantly Ultisols Red Yellow and relatively flat topography, with gentle undulations, not exceeding 500 m, shows signs of degradation as a function of poor form and land use, agricultural practices are and / or economic activities developed in its interior. Among the impacts observed inside the basin can be highlighted foci of erosion in well advanced in some other form of gullies gullies, water pollution with waste from economic activities as the case of cassava and cassava deforestation of riparian . Urge the necessity of drawing up a planning and planning for the use of the basin, so that problems like those that are already manifest within the same are mitigated or avoided.

INTRODUÇÃO

Atualmente, uma grande quantidade de estudos tem sido realizada no país, com a adoção do planejamento em bacias, sub-bacias e/ou microbacias hidrográfica, sejam através de "agências" ou "comitês" de bacias. O manejo adequado de bacias hidrográficas tem como objetivo prevenir, conservar, recuperar e utilizar formas racionais, respeitando as capacidades de regeneração dos recursos naturais e

promovendo a sustentabilidade ambiental e econômica da área, criando condições necessárias para a ocupação humana com uma interferência minimizada nos sistemas locais.

Neste estudo, será abordada a contribuição da geomorfologia para o planejamento ambiental, da bacia hidrográfica do riacho Açaizal localizada

no município de Senador La Rocque/MA. Escolheu-se esta temática por saber-se que nos últimos anos o homem tem influenciado diretamente na diminuição da qualidade ambiental dos sistemas ambientais físicos, através de ações que provocam desequilíbrio a este meio.

O recorte espacial de análise denominado bacia do riacho Açaizal, localizada no município de Senador La Rocque, ocupa uma área de 181,5 km² situada na Microrregião de Imperatriz e Mesorregião Oeste maranhense. Sendo a bacia cortada pela rodovia estadual MA 122 (Pedro Neiva de Santana) a ligar o município de Imperatriz ao município de Amarante do Maranhão.

Vale ressaltar que o crescimento das atividades agrícolas desenvolvidas na bacia e, principalmente, o aumento da produção de fécula de mandioca, tem implicado no acúmulo de massa e casca de mandioca às margens do riacho Açaizal. Outrora havia peixes e água em abundância, hoje se encontra quase seco com seu leito cheio de lixo, massa e casca de mandioca, recebendo ainda manipueira de mandioca, caracterizado como um líquido amarelado com alto teor de HCN (ácido cianídrico), o qual destrói os peixes e a vegetação.

MATERIAS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o conhecimento preliminar da área objeto de estudo e dos fatores socioeconômicos e ambientais foi indispensável fazer uso de algumas bases cartográficas, tais como:

- Cartas topográficas em escala 1:100.000 dos municípios de Imperatriz e João Lisboa folhas SB. 23-V-C-V, MI-954 e SB.23-V-C-II, MI-877, respectivamente, ambas de 1984;

- Imagens de satélite LANDSAT-TM-5 bandas 3, 4 e 5 (RGB), órbita/ponto 222_046 de 2009;
- Carta geológica produzida pelo DNPM/CPRM folha SB 23-V-C - Imperatriz em escala de 1:250.000 de 1990;
- Mapas de solos dos municípios de Senador La Rocque e Buritirana em escala de 1:100.000 produzidos pelo CNPS/EMPRAPA em 1996.

Em se tratando de um estudo integrado do ambiente, a análise e interpretação dos produtos cartográficos, resultantes da base acima exposta, foram feitos de forma sistêmica, com a intenção de oferecer subsídios à elaboração do planejamento ambiental da bacia.

- *Carta de Geologia*: A carta de geologia foi digitalizada no software Arcgis a partir da carta de Geologia da CPRM/DNPM, de 1990, em escala de 1:250.000 original. Visualizado na escala de 1:100.000. Foram identificadas as classes: Ki (Formação Itapecuru) Kc (Formação Codó) e TQc (Coberturas Tércio-Quaternárias).
- *Cartas de Hipsometria e Declividade*: As Cartas de hipsometria e declividade foram elaboradas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), originário do projeto TOPODATA/INPE. Resolução espacial de 30m. Elaborou-se o modelo de hipsometria onde se identificou nove classes (159-201, 201-243, 243-285, 285-327, 327-369, 369-411, 411-453). Já na carta de declividade observaram-se sete classes. A metodologia adotada para a determinação das classes de declive foi a de RAMALHO FILHO e BEECK (1999). Os autores definiram os seguintes intervalos: 0%-3% com relevo plano a praticamente plano,

3.1% -8% relevo suave ondulado, 8.1%-13% relevo moderadamente ondulado, 13.1%-20% ondulado, 20.1%-45% forte ondulado, e < 45% escarpado.

- *Carta de Solos*: A carta de solo foi digitalizada a partir do mapa de solos da EMBRAPA/CNPS em escala de 1:100.000 de 1996. Foram identificadas as classes Latossolo Amarelo, Plintossolo Argilúvico e Argissolo Vermelho-Amarelo, adaptados ao novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).
- *Cartas de Vegetação e Uso da Terra de 2009*: Imagem Landsat TM 5 (resolução espacial de 30m e espectral de 7 bandas) composição colorida RGB/543. Órbita/Ponto 222_064 de 18/06/2009. Segmentação do SPRING 5.1 DGI/INPE, índice de similaridade foi 12, data e a área foi 16 pixel.

Definição de classes solo exposto, pastagem, agricultura, vegetação natural, vegetação secundária e área urbana, reflectância de cada classe. Foi exporto no formato SHP (Shapefile) e a elaboração do mapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Área de Estudo

A bacia hidrográfica do riacho Açaizal, localizada na Mesorregião Oeste do Maranhão e Microrregião de Imperatriz, ocupa uma área de 181,5 km², localizada entre as coordenadas S 9402000 e S 9387000 de latitude Sul e W 265000 e W 247000 de longitude Oeste (Figura 1), onde estão inseridos os povoados: Açaizal Grande, situado na alta bacia; Cumarú na baixa bacia; e os povoados Olho D'água e Jenipapo ocupando a baixa.

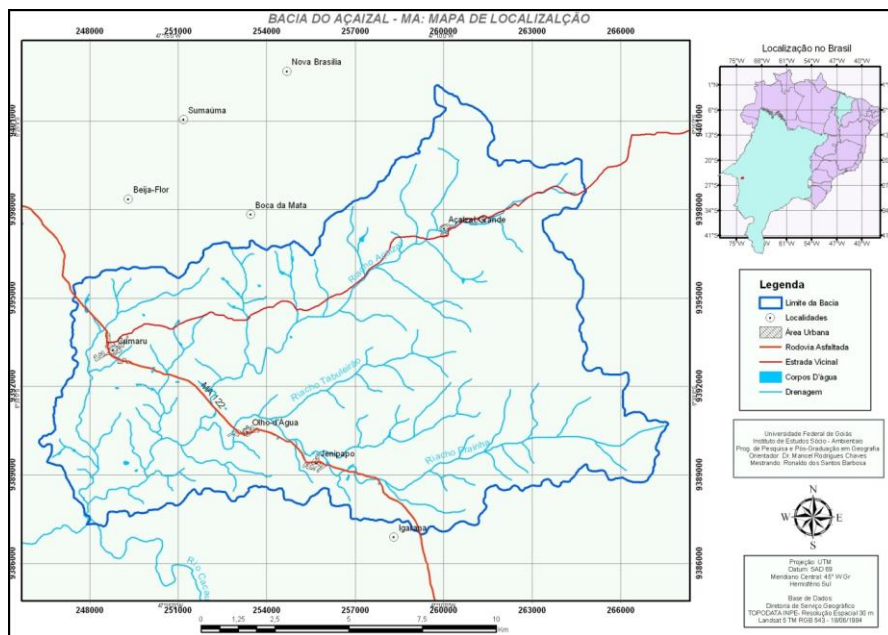


Figura 1. Localização da bacia do riacho Açaizal.

A área de pesquisa, denominada bacia hidrográfica do riacho Açaizal, encontra-se inserida na região da Pré-Amazônia maranhense. É possível encontrar na área também a Mata de Cocais, vegetação predominante dentro da bacia, podendo ser classificada como vegetação secundária¹, por se apresentar em meio às capoeiras. O Cerrado ocorre nas áreas altas, nos divisores de água da bacia, já a floresta latifoliada equatorial é encontrada nas bordas dos divisores de água da bacia (BARBOSA e SANTOS, 2002).

A partir da segunda metade do século XX, a microrregião de Imperatriz toma uma nova dinâmica na ocupação de espaços vazios existentes. A maneira como o homem tem se apropriado dos recursos naturais, na microrregião, e também na bacia, tem mudado consideravelmente a dinâmica do sistema. Nota-se, na área em estudo, um ligeiro abandono da agricultura de subsistência, responsável pela produção de alimentos básicos como feijão, arroz e milho, para um tímido modelo de monocultura, merecendo destaque para o cultivo da mandioca, destinado exclusivamente para a extração de fécula (BARBOSA, 2010).

Nas últimas duas décadas tem crescido a procura por este subproduto da mandioca na região. Por este motivo é comum hoje, agricultores se dirigirem à sede do município de Senador La Rocque ou até mesmo para a cidade de

Imperatriz, para comprarem produtos de subsistência, antes produzidos na roça.

Observa-se atualmente, no interior da bacia, sinais de uma ocupação rápida e sem planejamento. Como reflexo desse processo pode-se mencionar a diminuição da vegetação natural, ausência de matas ciliares, focos de erosão em estágio bastante avançado, chegando inclusive, em alguns pontos, no alto curso da bacia, a voçorocamento. Há ainda o aumento considerável das áreas de pastagens plantadas, represamento do riacho em alguns trechos para dessedentação de animais e irrigação de hortaliças, além de despejos de resíduos *in natura* de mandioca, no leito do riacho, alterando a qualidade ambiental da bacia.

A Geomorfologia e o Planejamento

O termo Geomorfologia (do latim geo = terra, morfo = forma, logos = estudo) também é erudito e recente, designando o ramo do conhecimento das Ciências da Natureza responsável pelo estudo das formas dos relevos. Segundo Ross (1996) os estudos ambientais em geomorfologia são bem recentes. Para o autor a geografia tem se dedicado mais aos estudos da relação natureza e sociedade. A natureza neste caso como um recurso, ou seja, como suporte para a sobrevivência humana.

A Geomorfologia é uma ciência que tem como principal objeto de estudo as formas de relevo, investigando os processos que deram origem a essas formas e os materiais trabalhados nesses processos, que implicam suas diferentes formas. O mau uso da terra pode provocar graves danos ambientais, repercutindo, assim, em prejuízos para o homem,

¹ Para IBGE (1992) no sistema de vegetação secundária estão incluídas áreas onde houve intervenção humana para uso da terra seja para fins de agricultura, pecuária descaracterizando a vegetação natural. Assim sendo, estas áreas, quando abandonadas, logo depois de seu uso antrópico, reagem diferentemente de acordo com o tempo e o uso a qual foi submetida. (p. 32).

chegando até ao extremo da perda de vidas humanas.

Portanto, os estudos das formas de relevo se inserem como um dos componentes do meio físico de grande importância e torna-se necessário entender o significado da aplicação dos conhecimentos geomorfológicos ao se implantar qualquer atividade antrópica em determinado espaço (ROSS, 2005).

Assim, o geomorfólogo precisa estar sempre atento à conjugação dessas forças, já que, desde o surgimento do homem na Terra, ocorre uma aceleração dos processos externos, tendendo, quase sempre, à instabilidade. O conhecimento dos processos geomorfológicos pode ser de grande valia na recuperação de áreas degradadas pois, quando o técnico compreende bem os mecanismos existentes na dinâmica do relevo, pode tornar sua atuação mais efetiva (BOTELHO, 1999; ALMEIDA e GUERRA, 2001).

Christofolletti (1980) salienta que a evolução dos estudos geomorfológicos no Brasil é bem recente. Para o mesmo as contribuições de caráter estruturado sobre o território brasileiro datam em grande maioria do século XX, onde Aziz Nacib Ab'Saber tem grande contribuição na evolução de tais estudos.

Para Penteadó (1983) o objetivo da Geomorfologia Ambiental é minimizar as distorções topográficas, entender e atuar nos processos inter-relacionados para a restauração ou manutenção do balanço natural.

Por fim, a Geomorfologia Ambiental visa compreender a dinâmica

do sistema ambiental, principalmente os humanizados para que essa ocupação não desencadeie processos geomórficos superficiais como: erosão, escorregamentos, inundações etc. Com isso, busca-se entender a relação entre os elementos: ocupação, morfodinâmica (degradação) e ordenação-planejamento, com vista à conservação do sistema ambiental.

A Importância da Visão Sistêmica nos Projetos de Planejamento.

Dar-se-á início a esta abordagem fazendo uma análise sobre o conceito de planejamento ambiental dentro das ciências ambientais. O planejamento pode ser visto como teoria, processo, sistema ou instrumento aplicável a vários tipos e níveis de atividade humana, pode também ser entendido como uma ação contínua que serve de instrumento dirigido para racionalizar a tomada de decisões individuais e/ou coletivas. De fato pode-se afirmar que o planejamento nada mais é do que a aplicação racional do conhecimento humano ao processo e tomada de decisões a fim de aperfeiçoar a utilização dos recursos naturais e humanos em benefício da coletividade.

Nesta perspectiva afirmar-se que o planejamento ambiental pode ser compreendido como “método de aplicação, contínuo e permanente, destinado a resolver de forma racional problemas que afetam uma sociedade” Ferrari (1979, p. 222). Para se aplicar o planejamento em uma área faz-se necessário, antes de tudo, ter o conhecimento potencial ou pelo menos parcial do problema ou problemas que afetam uma comunidade.

O planejamento não é um fim em si mesmo, mas pode se constituir em meio para atingir um fim. (MACHADO, 2003) afirma que o planejamento é um processo de ordenação e previsão para corrigir, mediante a fixação de objetivos, utilizar os recursos naturais de forma racional com agressão minimizada.

Não existe, porém, um modelo padrão de planejamento, pois se devem considerar as particularidades de cada área a ser desenvolvidos trabalhos dessa natureza. O processo de planejamento ou método de trabalho jamais poderá ser considerado definitivo, a ideia de definitivo é contrária a própria metodologia de planejamento, que é essencialmente dinâmica, na qual os fatores envolvidos no processo estão em constante interação, influenciando e sendo influenciados por uma determinada ação.

Um fator importante para o sucesso do trabalho de planejamento ambiental, diz respeito ao monitoramento constante, tanto nos estudos preliminares quanto nas ações desenvolvidas. O planejamento não deverá ser estático, mas sim, dinâmico, sendo reformulado de acordo com as dificuldades que surgem no decorrer de sua implantação.

O planejamento ambiental pode ser facilmente entendido como: “Todo e qualquer projeto de planejamento de uma área que leve em consideração os fatores fisiográficos e socioeconômicos para avaliar as possibilidades de uso do território e seus recursos” Botelho (1999, p.274), enquanto para Christofolletti (1995), o planejamento ambiental consiste em prever e avaliar os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente e delinear os processos a serem

utilizados na elaboração de estudos, fornecendo indicadores para a implantação de ações, tendo como objetivo prevenir a dilapidação ou eliminação das potencialidades do meio físico.

Analisando as colocações de Christofolletti (1995) e Botelho (1999), acrescenta-se ainda, que além de considerar os fatores físicos e socioeconômicos não se pode deixar de considerar os fatores ambientais, que são de suma importância. Há uma grande ineficácia da gestão pública no tocante aos recursos ambientais, muita das vezes pela falta de conhecimento da realidade ambiental do espaço subordinado a estes órgãos. A gestão de políticas públicas ao dispor de técnicas e de informações da problematização regional e local, pode estabelecer planos para a concretização dos objetivos dos estudos elaborados.

O processo de planejamento ambiental implica, além do comprometimento da administração pública, na realização de trabalhos de recuperação de ambientes degradados, mas principalmente na participação popular. A comunidade deve ser informada e consultada sobre ações a serem desenvolvidas, pois o comprometimento das pessoas contribuirá de forma decisiva na execução dos trabalhos. A população deve estar consciente de que a conservação dos espaços públicos é também de responsabilidade desta e não somente do poder público.

Por fim, os modelos de planejamento já desenvolvidos, não tiveram sucesso. Esqueceram de olhar as comunidades como um organismo, ou

seja, não atentaram para o todo. Já baseado na visão sistêmica podem ter uma visão mais global. O planejamento ambiental alicerçado na visão sistêmica não pode ser desvinculado das políticas de desenvolvimento e da distribuição dos benefícios sociais por ele gerados. É notória a necessidade do fortalecimento de metodologias aplicadas aos projetos de planejamento que usam a visão integrada entre os elementos naturais e humanos, bem como torná-las capazes de responder às exigências de viabilização política dos planos a fim de que os mesmos possam ser concretizados e cumpram a sua função socioeconômica e ambiental.

Caracterização dos Elementos da Paisagem

Geologia: O domínio da Formação Itapecuru.

O estado do Maranhão apresenta 90% de seu território em bacias sedimentares e apenas 10% de terrenos cristalinos (MARANHÃO, 2000). O Maranhão está inserido na bacia sedimentar (farenozóica) do Maranhão/Parnaíba, de acordo com Ross (1995), a mesma data de mais 600 milhões de anos. A referida bacia abrange terrenos dos estados do Piauí, Maranhão, Ceará, Bahia, Tocantins e Pará, ocupando uma área de 600.000 km². Formada nas eras: Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica.

A área de estudo apresenta três formações geológicas sendo elas: Formação Itapecuru, Formação Codó e Coberturas Tércio-Quaternárias, as mesmas apresentam uma composição de arenito, siltito, argilito, e calcário (Figura. 2).

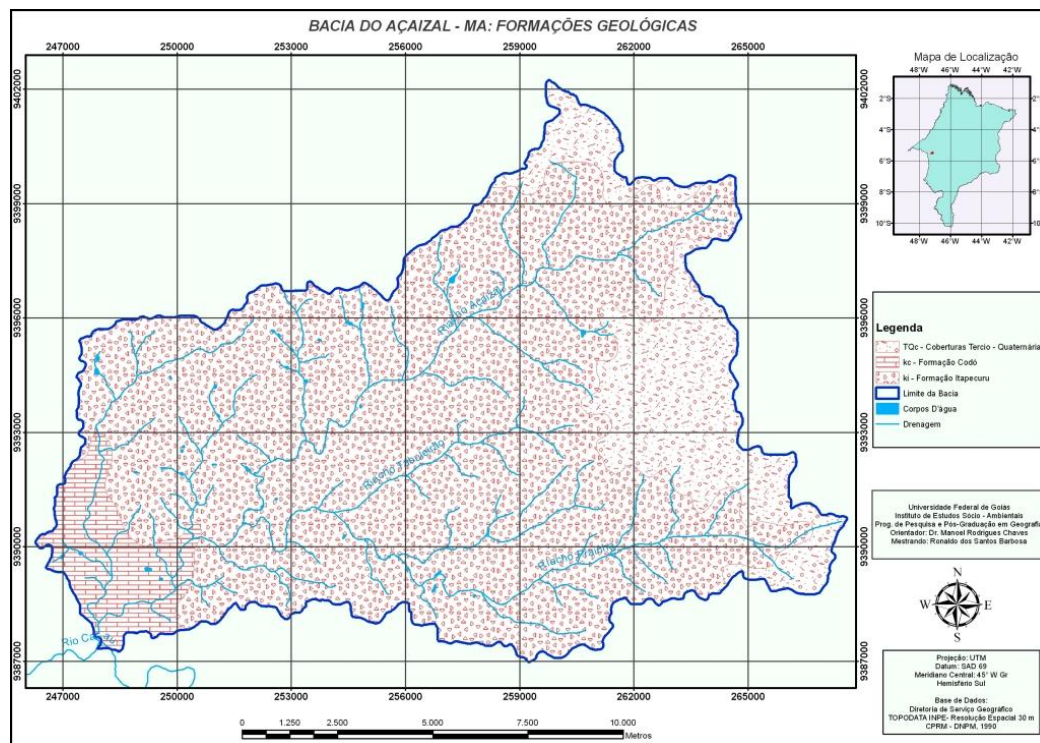


Figura 2. Carta de Formações Geológicas da bacia do riacho Açaizal, MA.

Segue abaixo uma breve caracterização acerca de suas concentrações e caracterização litológica.

Tabela 1. Formações geológicas da bacia do Açaizal e suas respectivas concentrações.

Formações Geológicas	Siglas	Área em Km²	Área em %
Formação Itapecuru	Ki	141,3	77,8
Coberturas Tércio-Quaternárias	TQc	28,5	15,7
Formação Codó	Kc	11,7	6,5
Total	-	181,5	100,0

Fonte: Carta de geologia adaptada de CPRM/DNPM (1990).

Formação Itapecuru (Ki)

Para Feitosa (1983), os primeiros estudos sobre a Formação Itapecuru são de Lisboa (1914), onde chama esta formação de “Camadas 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.

Analisando os textos do relatório do Projeto RADAMBRASIL, constata-se que as afirmações de Feitosa (1982), são de fato verdadeiras, pois Lisboa (1914), trabalhando em sedimentos

aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, a norte da cidade de Pastos Bons (MA), denominou-os de Camadas Itapecuru. Já Campbell, Almeida e Silva (1949) posicionaram as Camadas Itapecuru, delineadas por Lisboa (1914), na categoria de Formação, denominando de Formação Itapecuru os sedimentos ocorrentes na parte oriental do Estado do Pará e ocidental do Estado do Maranhão.

Neste estudo, trabalhar-se-á com a denominação de Campbell, Almeida e Silva (1949), para designar uma sequência de arenitos variegados, com intercalações de siltitos e argilitos avermelhados, pouco fossilíferos, aflorantes na maior parte da Folha SB. 23. V-C (Imperatriz).

Na bacia a Formação Itapecuru ocorre nas partes norte-nordeste e central, ocupando aproximadamente 78% da área. Distribui-se em extensas e contínuas áreas, formando altos platôs isolados, com acentuado destaque topográfico em forma de mesetas com superfícies tabulares. Ocupa grande parte da bacia em seu alto e baixo curso, sendo áreas que apresentam maiores elevações no alto curso com altitudes que superam

os 400 metros e no baixo curso com altitudes inferiores a 200 metros.

O contato inferior da Formação Itapecuru com a Formação Codó, nas proximidades da foz com o Rio Cacaú, é localmente marcado por pequena discordância, representada por superfície erosiva e delgado pavimento de seixos. Nas demais áreas, este contato é caracteristicamente concordante. Já o contato superior, nas partes mais elevadas, se faz de modo discordante, com sedimentos da cobertura detrítica e/ou laterítica das Coberturas Tércio-Quaternárias. Nas áreas de menores cotas, esta Formação é recoberta por sedimentos atuais localizados, principalmente, ao longo dos riachos Açaizal, Prainha e Tabuleirão.

Coberturas Tércio-Quaternárias (TQc).

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.

As áreas de ocorrências das Coberturas Tércio-Quaternárias apresentam sinais de degradação em função da importância econômica dada aos elementos que compõem sua litologia, como é o caso dos seixos, que são extraídos para a construção civil,

causando processos erosivos irreversíveis (Fig. 8). Observa-se na figura o afloramento de seixo capeado por arenito amarelo, nota-se também a presença de uma canaleta utilizada para transportar o seixo da parte alta para as caçambas que transportam o seixo até as lojas de material de construção.

Formação Codó (Kc)

Campbell, Almeida e Silva (1949) foram os primeiros a denominar de Formação Codó o 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.

A Formação Codó foi identificada na margem direita do rio Tocantins, numa faixa de direção NE-SE, e abrange aproximadamente cerca de 17% da folha SB.23.V.C (Imperatriz). Na bacia, a Formação Codó ocorre no baixo curso do riacho Açaizal, no contato com o rio Cacaú. As áreas de ocorrência são caracteristicamente planas, com interflúvios amplos e leito das drenagens em forma de U largo, ocupando aproximadamente 7% da área da bacia. No trabalho de campo foi possível identificar as más condições de preservação de seus afloramentos próxima à foz do riacho Açaizal.

Constatou-se que esta unidade mantém contato superior concordante com a Formação Itapecuru. O contato inferior não foi observado, entretanto, em trabalhos já desenvolvidos anteriormente na bacia do Rio Cacaú por Cunha e Carneiro (1972) comentaram que o contato inferior é também concordante,

excetuando-se pequenas discordâncias locais. Os contatos, tanto com a Formação Corda (inferior) quanto com a Formação Itapecuru (superior), são caracterizados pela gradação concordante. A litologia da Formação Codó é constituída por folhelhos negros, betuminosos e associados a calcários e gipsita, além de arenitos e siltitos (BRASIL, 1973). Data do cretáceo inferior abrange a baixa bacia, sob a formação Itapecuru.

A oeste do povoado Cumaru e a leste do povoado Olho D'água a maioria dos afloramentos são mal preservados devido a própria natureza tênue das litologias que compõem a formação. Sendo assim, estas ocorrências restringem-se aos talvegues dos pequenos vales dos tributários dos riachos Açaizal e Prainha. A formação Codó recobre superfícies da baixa bacia, estando parte do povoado Cumaru, sobre essa formação. Apresenta pequena variação de altitudes no geral inferiores a 300 metros, com relevo fraco a suave ondulado, áreas de pastagens, cultivos temporários e babaçu, sendo a área mais antropizada que as áreas das outras formações.

Caracterização Geomorfológica

A Hipsometria

A hipsometria representa e estuda as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de um espaço no tocante a sua distribuição em relação às cotas altimétricas, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície em relação as variações altimétricas a partir de uma cota base. Os estudos hipsométricos possibilitam conhecer melhor o relevo, que por sua vez interfere nos processos erosivos. A configuração topográfica de uma determinada área de drenagem está relacionada aos processos erosivos atuantes. A hipsometria também pode auxiliar na elaboração do índice de dissecação do relevo, que é um atributo importante também nos estudos ambientais.

Em relação à hipsometria da bacia da bacia do riacho Açaizal, as altitudes variam de 159 a 453 metros. Com base na similaridade e forma das mesmas as nove classes de altitudes identificadas foram agrupadas em três grupos.

Tabela 2. Classes hipsométricas e suas áreas na bacia do Açaizal

Classes de Altitude (m)	Área (km ²)	Área (%)
159 - 201	52,3	29,0
201 - 243	76,6	41,0
243 - 285	23,7	13,5
285 - 327	10,6	6,0
327 - 369	16,3	9,0
369 - 411	1,4	1,0
411 - 453	0,5	0,5
Área total	181,5	100,0

Fonte: Carta de hipsometria da bacia.

O primeiro – agrupa as maiores altitudes – comporta as altitudes entre 369 a 453 metros e está localizado na alta bacia, ocupando uma área de aproximadamente 1,5% da área total da bacia. Nessas cotas altimétricas o relevo apresenta-se de forma tabular e com baixa densidade de drenagem. Destaca-se também que essa porção mais plana e elevada do terreno é responsável pela recarga do lençol freático que alimenta os cursos d’água, que possuem suas nascentes logo nas cotas altimétricas mais baixas como o Riacho Prainha e Riacho Tabuleirão.

O segundo – comporta médias altitudes que variam de 285 a 369 metros

e estão distribuídas na porção central da bacia, ocupando uma área de aproximadamente 15% da área total da bacia. Nessa faixa de altitude a densidade de drenagem é mais elevada e a forma de relevo com aparência de zona de erosão recuante comporta quase a totalidade das nascentes presentes na área.

O terceiro - compreende as menores altitudes, variam de 159 a 285 metros e estão distribuídas na baixa bacia, ocupando uma área de mais de 80% da área total bacia. Esta faixa de altitude encontra-se restrita aos cursos d’água de maior ordem que ocorrem associados aos fundos de vale.

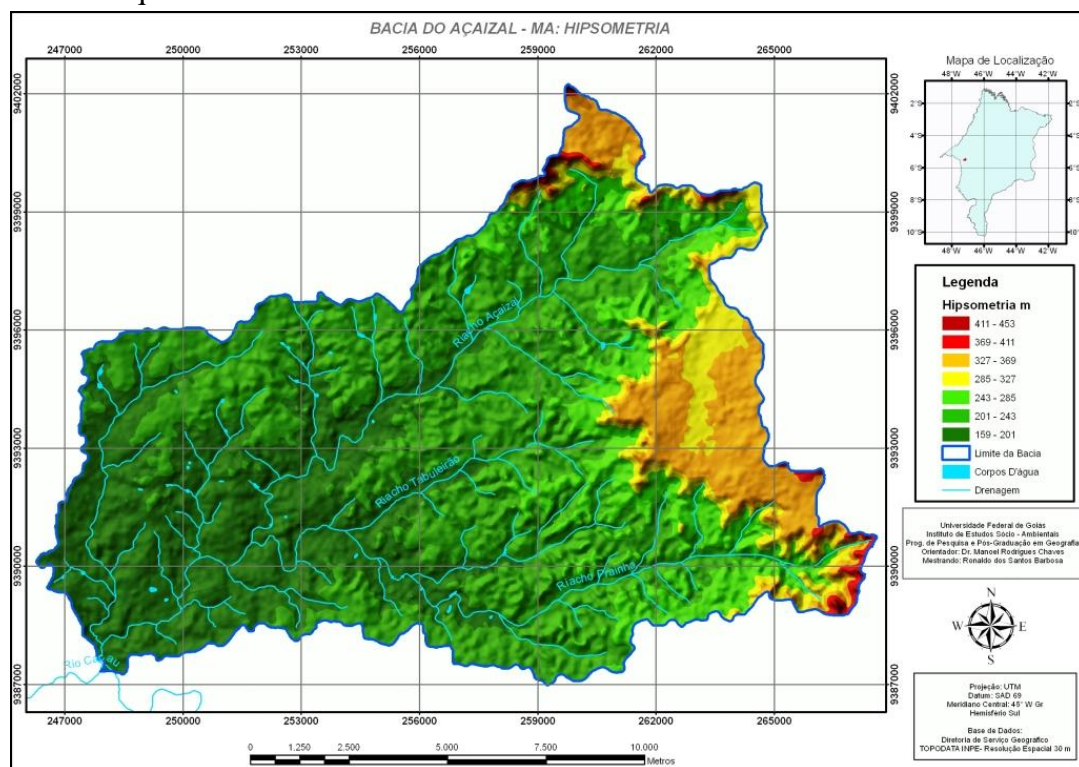


Figura 3. Carta de Hipsometria da bacia do Riacho Açaizal.

A Declividade

Outro elemento que facilita a compreensão dos estudos do relevo em pequenas bacias, como é o caso da bacia em estudo, diz respeito à declividade. Para Beltrame (1994) a declividade do terreno exerce grande influência na maior ou menor infiltração da água da chuva e na velocidade do escoamento superficial, contribuindo assim para o processo erosivo.

O mapa de declividade constitui-se em um importante instrumento de apoio aos estudos ambientais de potencialidade de uso agrícola, ou de restrições de uso de uma determinada área, sempre correlacionados com outros atributos inerentes à topografia. A velocidade do escoamento superficial e sub-superficial de uma bacia é determinada pela declividade do terreno, claro que a cobertura vegetal e o tipo de uso também influenciam, mas a declividade é bem relevante.

Para a definição das classes de declividade adotou-se a classificação

atualmente proposta por RAMALHO FILHO e BEEK (1995). Pela metodologia adotada a declividade é classificada em 6 (seis) classes que possuem entre si distintos intervalos. As seis classes definidas possibilitam qualificar o relevo de acordo com a aparência que o mesmo exibe em termos de inclinação e em relação ao plano horizontal.

Em relação à declividade do relevo da bacia em estudo, a mesma varia de 0 a 45%. As menores declividades - que variam de 0 a 8% - ocorrem na porção centro - leste e mais elevada da área, a qual é caracterizada por possuir o relevo em forma tabular. Declividades menores também ocorrem nas porções mais baixas da área, onde se localizam os fundos de vale. Já entre as menores e as maiores altitudes estão localizadas as maiores declividades do terreno com classes que podem chegar até os 45% de inclinação. Nestas, o relevo apresenta-se como zona de erosão recuante, a qual se mostra vulnerável a processos erosivos em ritmo acelerado.

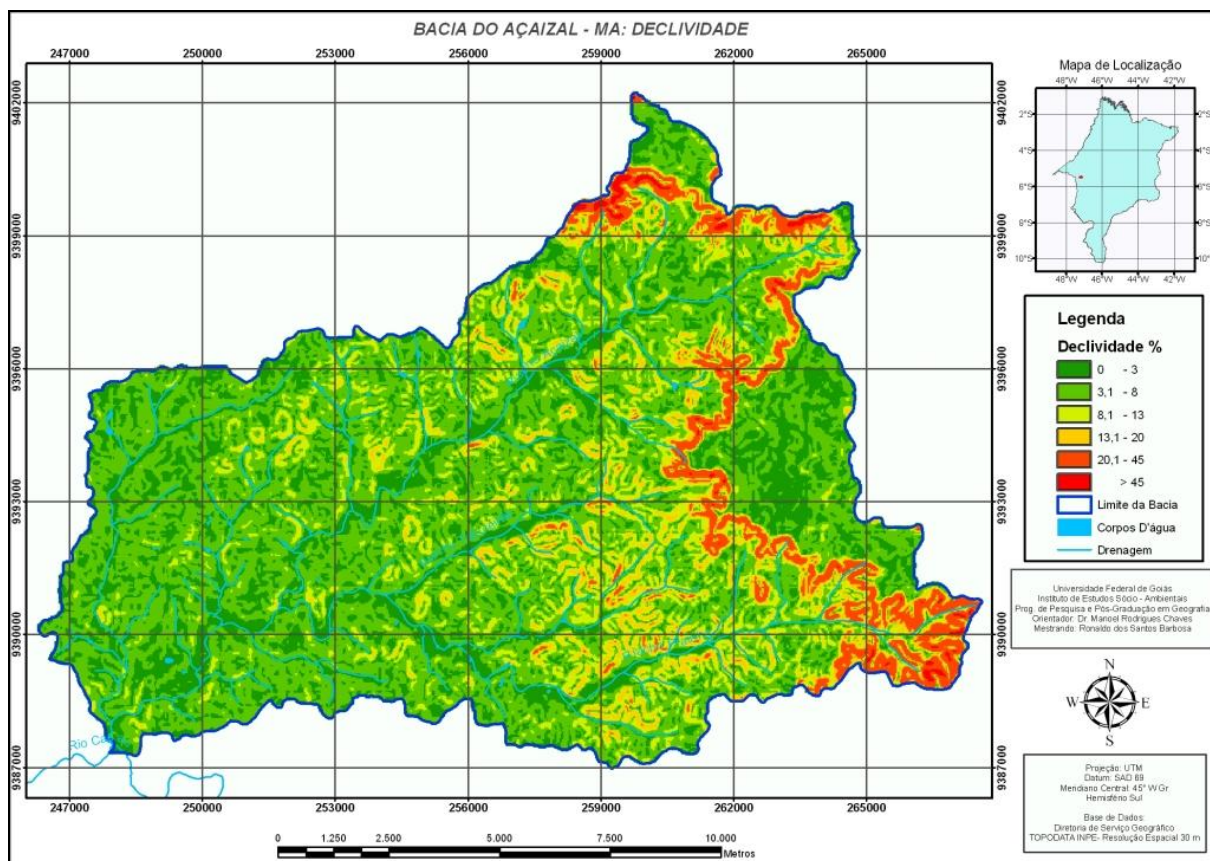


Figura 04. Carta de Hipsometria da bacia do Riacho Açaizal.

O Solo: o domínio dos Argissolos Vermelho - Amarelo.

Para EMBRAPA (1999), os solos podem ser compreendidos como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do

manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza, onde ocorrem ocasionalmente modificações por atividades humanas.

Observa-se na tabela abaixo as concentrações de cada uma das quatro classes de solo da bacia.

Tabela 3. Classes de solos com suas respectivas áreas em Km² e %.

Classes de Solo	Sigla	Área em Km²	Área em %
Argissolo Vermelho - Amarelo	PVA	128,6	70,8
Latossolo Amarelo	LA	11,1	6,2
Plintossolo Argilúvico	FT	41,8	23,0
		181,5	100,0

Fonte: Carta de Solos adaptada de CNPS/EMBRAPA (1996).

Argissolos Vermelho-Amarelo (PVA).

Solos constituídos de material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A. Distribuem-se em áreas

de relevo suave ondulado, com predomínio da litologia da formação Codó, na porção central da bacia. Compreendem solos minerais, profundos, não hidromórficos, com horizonte A seguidos de horizonte B textural não plúntico.

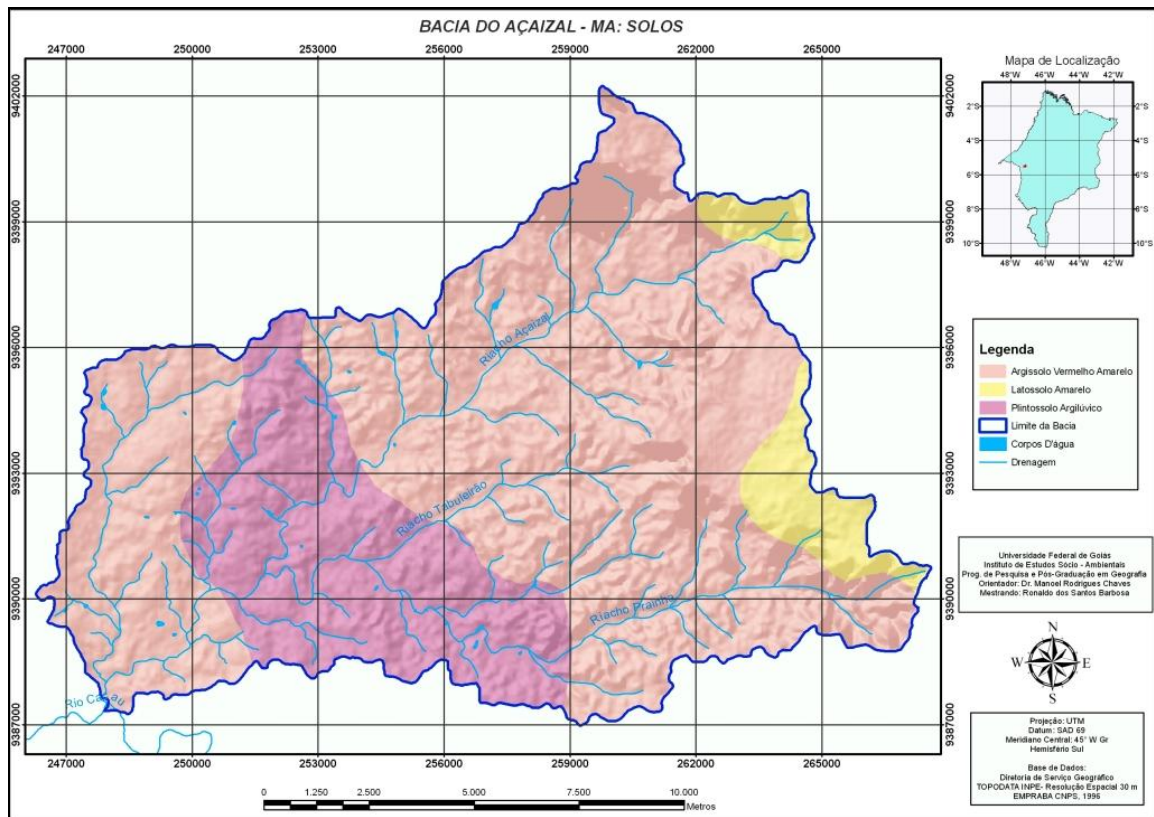


Figura 04. Carta de Solos da bacia do Riacho Açaizal.

São solos, em sua maioria, de fertilidade baixa, muitas vezes com elevada saturação por alumínio, predominando os de textura arenosa/média, mas havendo também média/argilosa e geralmente com elevado gradiente textural, tal como relatado para essa unidade taxonômica na área estudada por Brasil (1974a, 1974b). Relativamente e em menores proporções são encontrados solos eutróficos, com argila de atividade

baixa e associados a texturas que variam de arenosa/ média a média/argilosa.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos da área contem argila de atividade baixa, geralmente apresentam-se com cores vermelha a amarela e baixos teores de Fe_2O_3 , caracterizando-se por distinta individualização entre os horizontes dos perfis, tal como relatado por Oliveira, Jacomine e Camargo (1992) para essa unidade taxonômica.

Latossolo Amarelo (LA).

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. As subordens são diferenciadas, basicamente pela cor e teores de ferro.

Já os Latossolos Amarelos (LA): são solos que apresentam matriz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Já no terceiro nível categórico os Latossolos Amarelos distróficos (LAd), apresentam baixa saturação de base ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS et. al, 2001). De modo geral apresentam baixa fertilidade natural. Quando presentes em áreas de relevo, movimentado as grandes declividades e a susceptibilidade à erosão, em geral, em áreas que apresentam textura mais arenosa, devendo serem considerados como fatores limitantes. Quando associados à topografia plana a suave ondulada, as propriedades físicas favoráveis, permeabilidade, resistência a erosão e profundidade efetiva, garantem boa potencialidade para o aproveitamento agrícola.

Segundo Guerra e Botelho (1998), os latossolos são encontrados em áreas de florestas densas, abertas e mistas

com palmeiras, em campos de cerrados, em relevo variável de plano a forte ondulado. O material de origem dos solos desta classe está relacionado a sedimentos dos períodos quaternário, terciário ou de rochas mais antigas (MARANHÃO, 2000). Em geral são solos profundos ou muito profundo, bem drenados e acentuadamente drenado, de textura variando de média a muito argilosa, são ácidos ou muito ácidos, porosos, friáveis, cores variando de vermelho até amarelo ou bromo forte (EMBRAPA, 1999).

Os solos desta área estão distribuídos em topo de serras próximos às nascentes dos riachos Açaizal no extremo norte e Prainha no SE, apresentando relevo tabular com litologias das formações Itapecuru e Coberturas Tércio-Quaternárias.

Plintossolos Argilúvicos (FT).

Plintossolos (F): Solos constituídos por material mineral, nesta classe de solo o horizonte plíntico 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 plíntico. No terceiro nível categórico os Plintossolos Argilúvicos distróficos (FT) possuem $V < 50\%$ na maior parte dos 100 cm do horizonte B ou C.

Os Plintossolos compreendem solos formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos AP efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente drenados, que se caracterizam fundamentalmente

por apresentar expressiva plintização com ou sem petroplintita na condição de que não satisfaçam os requisitos estipulados para as classes dos Neossolos, Cambissolos, Luvisolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos ou Gleissolos (SANTOS [et.al] 2001, p. 89).

São constituídos por material mineral com horizonte B plíntico, começando dentro de 40 cm, ou dentro de 200 cm quando imediatamente abaixo do horizonte A, ou subjacentes a horizontes que apresentam coloração pálida. Solos com horizonte B textural, coincidindo com horizonte plíntico. São solos com baixa saturação por base, apresentam textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B textural, que ocorre entre 50 e 100 cm de profundidade.

O Uso da Terra e suas Implicações Ambientais

A partir das imagens de satélite, se produziu os mapas de cobertura vegetal e uso da terra com base em dois cenários analisados a saber: 1984 abordado no capítulo 2 e 2009 que será

Tabela 04. Comparação das classes de uso da terra em 1984 e 2009.

Classes de Uso	1984		2009	
	Área em Km ²	Área em %	Área em Km ²	Área em %
Agricultura	4,0	2,3	8,8	4,8
Pastagem	2,5	1,3	46,3	25,5
Solo Exposto	9,0	5,0	35,8	19,7
Vegetação Natural	117,0	64,5	60,3	33,2
Vegetação Secundária	48,6	26,7	29,8	16,5
Área Urbana	0,4	0,2	0,5	0,3
Total	181,5	100	181,5	100

Fonte: Barbosa (2010, p. 109).

tratado no presente capítulo, além de realizar uma comparação entre os dados obtidos e as informações coletadas diretamente em contato com o local junto aos moradores da bacia, ou então através de reconhecimento técnico da área de estudo, mediante ao acesso aos dados disponíveis na reduzida literatura e em órgãos que lidam diretamente com a bacia como foi o caso dos relatórios da Casa da Agricultura Familiar que presta assistência técnica e extensão rural no povoado Açaizal Grande.

Todavia, a comparação do mapeamento realizado em 1984 com o atual permite observar que a pastagem avançou muito, principalmente sobre as antigas áreas de vegetação natural e secundárias, em especial no entorno da rodovia MA 122. Através do mapa atual de vegetação e uso da terra é possível identificar a distribuição espacial das atividades econômicas das populações que vivem na bacia.

Dentre as classes de uso identificadas merecem destaques as de vegetação natural e vegetação secundária com 33,2% e 16,5% respectivamente, conforme mostra a tabela 4. Outra classe de uso que se destaca até mesmo pelos objetivos da ocupação é a agricultura com 4,8%. Pode parecer pequena a área de agricultura, mas as áreas identificadas são de culturas temporárias. É importante observar que não foi possível identificar em ambos os cenários analisados a presença de vegetação ciliar. O mapeamento das classes de uso da terra, referente ao cenário 2009 (Figura 24), mostrou que as áreas de pastagens, agricultura e solo exposto tiveram um crescimento acentuado em relação ao cenário de 1984.

Fazendo uma relação das classes de uso da terra com as classes de solos, quanto ao uso e ocupação da terra da bacia do riacho Açaizal, as áreas em que apresentam ocorrência da classe dos Argissolos Vermelho-Amarelo são utilizadas para agricultura, merecendo destaque as culturas da mandioca e hortaliças, onde a forma de ocupação está representada por pequenas propriedades. Nas áreas do Plintossolos Argilúvicos encontram-se as pastagens plantadas das médias e grandes fazendas da bacia e nas áreas de Latossolos Amarelo, onde encontram-se o uso com pastagens e culturas de subsistência como o arroz, feijão e mandioca, nas áreas das pequenas e médias propriedades rurais.

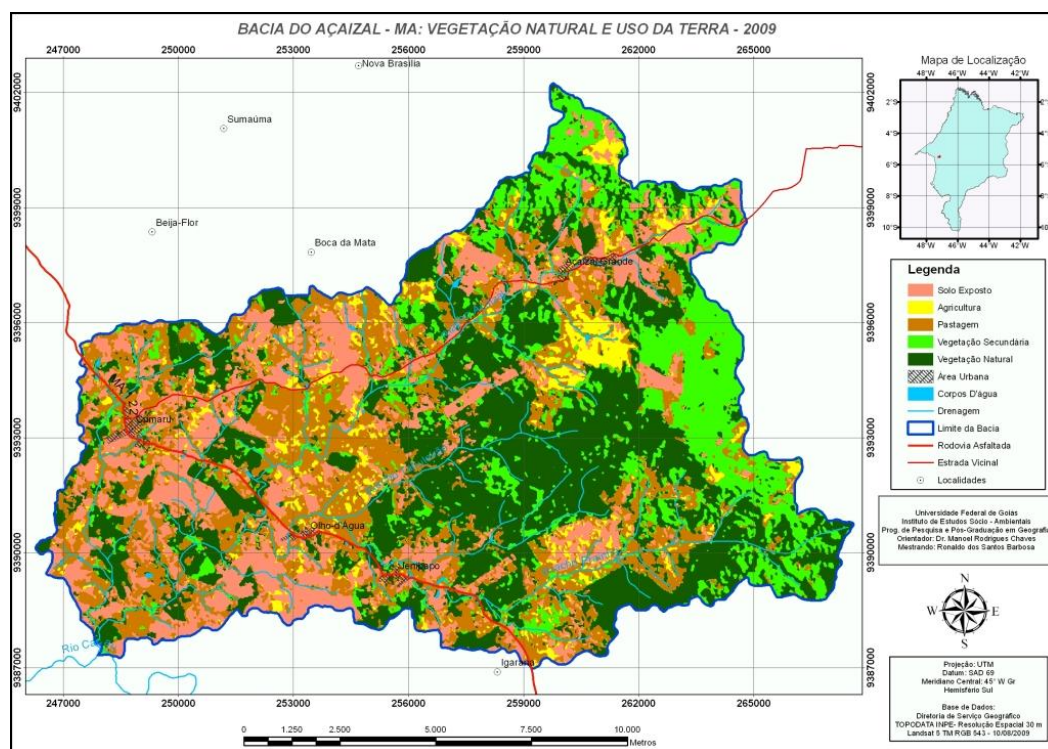


Figura 05. Mapa de uso da terra em 2009.

Caracterização Ambiental

Só que esse importante produto na economia local vem sendo um agravante para a própria saúde da comunidade, pois no processo de

transformação da matéria – prima(mandioca), causa impactos irrelevantes devido a grande concentração de HCN (ácido cianídrico) contido na manípueira (líquido de cor amarela

extraído da mandioca), que é jogada *in natura* no leito do riacho, juntamente com uma grande quantidade de casca e massa de mandioca cerca de 120 toneladas por

ano, em consequência do aumento da produção de tapioca tem acelerado esse processo de degradação o que é notório por toda a população local.



Figura 06. Cenários ambientais presentes na bacia.

Por semana chega-se a desperdiçar cerca de 3 (três) toneladas de casca e massa de mandioca por não terem como aproveitar ou não conhecerem meios de reutilizar essa matéria-prima.

Paviani (1982, p.23) afirma em casos como este. O desperdício em ambientes rurais, dadas as suas repercussões e impactos sobre a totalidade de uma dada sociedade, se elevaria em importância, a tal ponto que a denúncia de sua ocorrência não seria tarefa, apenas de geógrafos, mas de todas as categorias profissionais e por que não dos próprios trabalhadores rurais.

No início do processo de ocupação da bacia o riacho Açaizal não tinha seu leito ainda formado, aparecia somente em algumas áreas baixas e úmidas, onde havia uma grande quantidade de pés de açaí, vegetação que mais tarde deu origem ao nome do povoado “Açaizal Grande”

Para Caseti (1994, p. 12) “[...] o relevo assume importância fundamental [...] no processo de ocupação do espaço, cujas formas de apropriação respondem pelo comportamento da paisagem”.

Recentemente o despejo de detritos da mandioca provenientes da

produção de tapioca, onde a matéria-prima não aproveitada é lançada *in natura* no leito do riacho, mudando sistematicamente as características desse ecossistema, pois o acúmulo de casca e massa, no leito do riacho, provoca sérios danos bem como a diminuição da quantidade de oxigênio da água, sem falar na grande quantidade de manipueira que é lançada diariamente no leito do riacho, chegando até a mudar as características da água por se tratar de um líquido com alto teor de HCN (ácido cianídrico) prejudicial e até mortal para a vida animal e vegetal o que agride de forma brutal o riacho.

Para Guerra e Cunha (2003, p. 337-338) para a compreensão de problemas de degradação ambiental “[...] de forma global, integrada, holística, deve-se levar em conta as realizações existentes entre a degradação ambiental e a sociedade causadora dessa degradação que, ao mesmo tempo, sofre os efeitos e procura resolver, recuperar, reconstruir as áreas degradadas”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o exposto é mister considerar que a bacia do riacho Açaizal apesar de estar inserida em uma área sedimentar, com a presença de solos arenosos e um relevo relativamente plano, com suaves ondulações, não ultrapassando 500 metros de altitude, apresenta sinais de degradação em função da forma de uso e ocupação da terra, seja pelas práticas agropecuárias, e/ou, atividades econômicas impactantes desenvolvidas em seu interior como a extração de cascalho e a fabricação de fécula de mandioca.

Dentre os impactos observados dentro da bacia pode-se destacar: vários focos de erosão na alta bacia alguns em estágios bem avançados outros em forma de ravinas ou até mesmo de voçorocas; poluição das águas com resíduos oriundos das atividades econômicas como é o caso da produção de fécula de mandioca onde a manipueira é lançada *in natura* no leito do riacho; a retirada da mata ciliar para a introdução de pastagens ou até mesmo para o plantio de hortaliças.

Observa-se também a falta de organização das comunidades que vivem na bacia, o que dificulta qualquer forma de planejamento, tanto pela ausência de dados sobre as mesmas, quanto pelas dificuldades de reunir os moradores das comunidades integrantes da bacia a fim de identificar suas reais necessidades.

Somente através de um processo de conscientização a cerca da importância da geomorfologia no controle de processos erosivos, que pode ser feita pela AGERP ou até mesmo do Departamento de História e Geografia, indicando a restrição de uso de algumas áreas como foi mostrada na carta de uso da terra, para que não se tenham problemas mais graves futuramente.

Neste sentido o relevo constitui elemento indispensável na elaboração de políticas de planejamento e ordenamento territorial da bacia, uma vez que o mesmo condiciona o uso da terra na mesma.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. G; GUERRA, A. J. T. Erosão dos Solos e Impactos Ambientais na Cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: GUERRA, A.J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 253-274.
- 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.
- BARBOSA, Ronaldo dos Santos; SANTOS, Luiz Carlos Araújo dos. A produção de tapioca e os impactos ambientais no riacho Açaizal: O caso do povoado Açaizal Grande - Senador La Rocque/MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís. V. 10, n. 2, p. 83-90, ago./dez. 2002
- BOTELHO, R.G. M. (Org.). Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. (Orgs). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAM: folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe** (geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra). Rio de Janeiro, 1973.
- CASSETI, Valter. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1994.
- CAMPBELL, D. F.; ALMEIDA, L. A.; SILVA, S. O. **Relatório Preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão**. Conselho Nacional de Petróleo. Rio de Janeiro: C. N. P., 1949. (Boletim, 1).
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- _____. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. Condicionantes geomorfológicos e hidrológicos aos programas de desenvolvimento. In: TAUK-TORNISIELO, S.M (Org.). **Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: UNESP, 1995. p. 104-106.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação/Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.
- FEITOSA, Antonio Cordeiro. **O Maranhão Primitivo: uma tentativa de reconstituição**. São Luís: Augusta, 1983.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Coordenação Regional de Imperatriz. **Relatório Anual de Atividades do Município de Senador La Rocque/MA**. 2008
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, E. S. B.(Org.). Degradação Ambiental. In: _____. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.337-379.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências da Bahia. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão:** subsídios gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1997.
- MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Atlas do Maranhão.** 2.ed. Laboratório de Geoprocessamento- UEMA – São Luís: GEPLAN. 2000.
- PAVIAMI, Aldo. Geografia do desperdício e impactos sobre o meio rural. **Revista de Geografia.** São Paulo: UENESP, 1982. p.
- PENTEADO. Margarida Maria. **Fundamentos de Geomorfologia.** 3.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.
- POLITANO, Walter. Características básicas do material cartográfico empregado em atividades agrônomicas nas bacias hidrográficas. **Revista de Geografia.** São Paulo: UNESP, 1990. p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Brasília, PLAN/MA – SNLCS/EMBRAPA, 1995. 70p.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento.** 8. ed. São Paulo: Contexto. 2005.
- _____. Geomorfologia Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, E. S. B.(Org.) **Geomorfologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1998. p. 352-388.
- SANTOS, Irani dos. [et. al]. **Hidrologia aplicada.** Curitiba: ITD, 2001.