

GÊNERO E ESPAÇO NA APROPRIAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DE *HANCORNIA SPECIOSA GOMES* EM SERGIPE, BRASIL

GENDER AND SPACE IN THE PHYTOGEOGRAPHY APROPRIATION of *HANCORNIA SPECIOSA GOMES* AT SERGIPE, BRAZIL

Rosemeri Melo e Souza
DGE/UFS
rome@ufs.br

Jailton de Jesus Costa
CODAP/UFS
jailton@ufs.br

RESUMO

Neste artigo apresentam-se mecanismos de apropriação social da natureza na coleta de mangaba por mulheres do Litoral Norte de Sergipe. A importância crescente desta atividade extrativista decorre do valor agregado dos frutos da *Hancornia speciosa* pela indústria alimentícia regional, e no acesso às terras produtoras. Esse contexto de pesquisa evidencia um jogo indiciário, conforme Ginzburg (2001), que norteia a perspectiva metodológica deste trabalho e o estabelecimento das territorialidades, compreendidas enquanto relações existentes entre uma comunidade e seu patrimônio ecológico e sua herança social. Através de jornadas de campo e de abordagem etnográfica, depoimentos de catadoras de mangaba foram analisados para a demarcação das estratégias do cotidiano. Pelo fato desta atividade realizar-se em profunda dependência cíclica do estoque natural dos frutos, estabelece-se um processo de (re)apropriação social da natureza feito pelas catadoras e demais agentes envolvidos na coleta dos frutos da mangabeira. Conclui-se que a territorialidade encontra-se fortemente constrangida nos territórios analisados aponta para intrincada teia relacional e de significados que enveredam entre *o ethos* discursivo das mesmas, sobretudo das mais idosas catadoras como pertencimento e as condições objetivas de manutenção desse segmento vivenciadas pelas catadoras mais jovens, pressionadas entre a sobrevivência e a possibilidade, cada vez mais remota, de coexistência ante condições desfavoráveis à continuidade desta forma de exploração da mangaba como recurso de uso comum.

Palavras-chave: Espaço, Fitogeografia, Gênero, *Hancornia speciosa*.

ABSTRACT

The paper shows mechanisms of social appropriation of nature in mangaba collect by women of the North Coast of Sergipe. The growing importance of this activity stems from the extractive value of the fruits of *Hancornia speciosa* for the regional food industry and for the access to the producing lands. This research context evidence an evidentiary game, according to Ginzburg (2001), who guides the methodological perspective of this article and the establishment of territorialities, understood whereas relations between a community and its ecological patrimony and its social heritage. Through field journeys and ethnographic approach, mangaba collecting statements were analyzed for the demarcation of daily strategies. Due to the fact that this activity occurs in deep cyclical dependence on the natural supplies of the fruits, it is established a process of social (re)appropriation, which is developed by mangaba collectors and others agents involved in the collection of the fruits of *H. speciosa*. We can conclude that territoriality is highly constrained in the territories reviewed indicates a complex relationship web of meanings between its discursive *ethos*, especially of elderly collectors as belonging and the objective conditions of maintenance experienced by younger collectors, pressed between survival and the possibility, increasingly remote, of coexistence before unfavorable conditions to the continuation of this form of exploitation of mangaba as a resource of common use.

Keywords: Space, Phyto geography, Gender, *Hancornia speciosa*.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, populações tradicionais de áreas de restinga e tabuleiros do Estado de Sergipe têm encontrado no extrativismo da mangaba uma alternativa de ocupação e de geração de renda (MOTA; SILVA JÚNIOR, 2003a), particularmente, após o declínio da coleta do caranguejo nos manguezais, quando houve um maior investimento nos remanescentes dessa cultura.

Tal investimento intensifica exploração da *Hancornia speciosa Gomes*, pois de acordo com Mota e Santos (2008), “num contexto de crescente pressão sobre os recursos tanto nas áreas de acesso comum como naquelas privadas nas quais os seus donos, apesar de permitirem o acesso das catadoras, as utilizam, cada vez mais, para o cultivo de coqueiro, construção de infra-estruturas turísticas e viveiros de camarão”

Segundo Feeny, et al., (2001) podem ser identificados quatro regimes de direitos de propriedade, no âmbito dos quais, recursos de propriedade comum são manejados, e que devem ser considerados tipos analíticos ideais: a) o livre acesso; b) a propriedade privada; c) a propriedade comunal (ou comunitária); e d) a propriedade estatal.

Para Ostrom (1990, p. 90), a gestão de bens comuns, dentre eles, os recursos naturais, por longos períodos, baseia-se num arranjo institucional que, geralmente, é composto de vários elementos tais como: assembléia, negociação, decisão, acordo, regras, monitoramento, sanções e instâncias de fácil acesso para a resolução de conflitos (princípios de

instituições de sistemas duradouros).

Os bens comuns, segundo Hardin (1968) correspondem aos bens comuns de livre acesso, que podem ser definidos pela ausência de direitos de propriedade precisos. Em conseqüência, muitos dos casos anteriormente identificados como de livre acesso devem ser enquadrados na categoria da propriedade comunal.

Esse tem sido o caso das áreas remanescentes de mangabeiras (*Hancornia speciosa Gomes*) no Nordeste, onde as catadoras de mangaba fazem a gestão comum do recurso. As catadoras são habitantes de áreas de restinga e tabuleiros, que têm conseguido conservar os recursos ao longo dos anos, a partir de um manejo tradicional que alia o extrativismo da mangaba à coleta de produtos do manguezal, à pesca, à agricultura, ao artesanato e ao assalariamento no turismo. Trata-se de uma população que gerencia os recursos naturais há décadas (Mota, et al., 2005).

Numa perspectiva não muito diferente de Mermet (1992), Diegues (2001) fornece a idéia de uma gestão coletiva de bens comuns que se baseia na responsabilidade social. “Em maior ou menor intensidade, existe a noção de que os recursos compartilhados devem ser usados com parcimônia, pois deles dependem a reprodução social e simbólica do grupo” (Diegues, 2001). “Estas formas tradicionais se revelaram adequadas para o uso sustentado dos recursos naturais durante largo período de tempo” e se basearam na “... existência de um conjunto de regras e valores consuetudinários,

através da ‘lei do respeito’, e de uma teia de reciprocidades sociais...” (Diegues, 2001).

Com base no exposto acima, procurou-se, neste artigo, discorrer sobre os mecanismos de constituição de uma identidade de resistência das catadoras de mangaba, mediante recurso a variadas formas das sociabilidades estabelecidas a partir das configurações sócio-territoriais empreendidas como estratégias do cotidiano no município de Barra dos Coqueiros/SE.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O município de Barra dos Coqueiros juntamente com Aracaju, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro compõem a Grande Aracaju. O acesso ao município a partir de Aracaju se dá pela ponte Construtor João Alves Filho (1.800 metros de extensão) ou via embarcações pelo curso inferior do rio Sergipe (Figura 1).

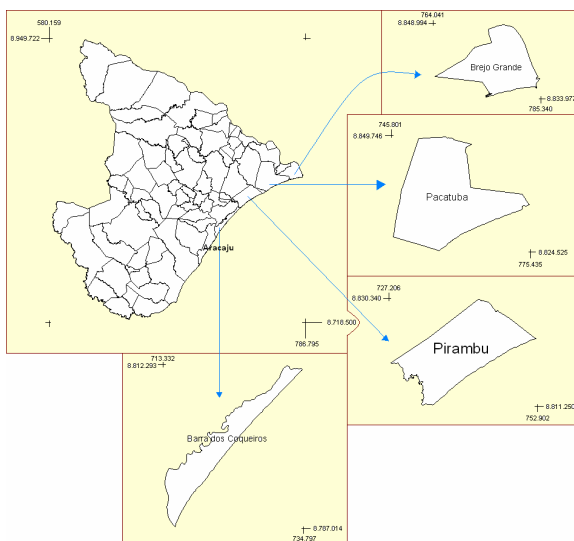


Figura 1 – Localização da área de estudo.
Organização: Jailton de Jesus Costa

Barra dos Coqueiros superou a marca dos 24.976 habitantes de acordo com o censo de 2010 do IBGE e apresenta uma densidade demográfica de 276,52hab/km², taxa de urbanização de 85,1% por sua proximidade com a capital, 83,66% de população urbana e 16,34% de população rural.

O município possui alguns povoados como Capuã, Touro, Olhos d’Água, Jatobá, Fleixeiras entre os outros, sendo o de Atalaia Nova o de maior representatividade por constituir-se numa área de lazer bastante procurada para fins turísticos.

O abastecimento d’água fornecido pela DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe) em termos de qualidade é insatisfatório pelo alto teor de cloro e de sal. O esgoto sanitário de parte da sede municipal é escoado por um canal, “Córrego Guaxinim”, atingindo o manguezal, a maré, e por fim o rio Sergipe. Fica evidente a inexistência de saneamento básico nos bares e restaurantes das praias do município.

Os problemas relacionados aos resíduos sólidos no município da Barra dos Coqueiros estão vinculados diretamente à disposição irregular dos mesmos em lixão à céu aberto entre o seu território e o de Santo Amaro das Brotas. Este tipo de atitude acarreta maiores custos com a coleta e também maiores prejuízos ao meio ambiente.

A atividade de carcinicultura ocupa áreas de mangue no município, e devido a falta de manejo adequado esta atividade se constitui num fator degradante pela retirada da vegetação desse sistema ambiental.

Considerando-se a situação atual do litoral sergipano, o território desse município encontra-se delimitado no segmento de orientação sudoeste-nordeste, no setor litorâneo, pelo oceano Atlântico e, no interior pelo rio Pomonga, que o separa do município de Santo Amaro das Brotas. Ao norte, no segmento oeste-leste, o rio Japarutuba constitui o limite entre este município e Pirambu e, a oeste, no segmento norte-sul, o rio Sergipe o separa da Capital do estado, Aracaju.

2.2. METODOLOGIA

Para a análise das teias identitárias recorreu-se ao método indiciário de Ginsburg (2003) consistindo nos fios que compõem um tapete com uma trama densa e homogênea. O tapete é o paradigma, o cientista é o tecelão; os elementos históricos, contextuais são as pistas que dão ao caçador instrumentos para chegar ao seu objetivo; não é rigoroso, porque este tipo de rigor não é só inatingível, mas também indesejável para as formas de saber mais ligado à experiência cotidiana; é utilizado em todas as situações em que a unicidade e o caráter insubstituível dos dados são, aos olhos das pessoas envolvidas, decisivos; é flexível e formas de saber mudas como faro, golpe de vista, intuição revelam um tipo de conhecimento em que entram em jogo elementos imponderáveis.

O estabelecimento das territorialidades, compreendidas enquanto relações existentes entre uma comunidade e seu patrimônio ecológico e sua herança social, através de jornadas de campo e coleta

de depoimentos de catadoras de mangaba para a demarcação das estratégias do cotidiano.

Foram realizadas idas à área de estudo nos anos de 2010 e 2011, consistindo de observações diretas de áreas produtoras de livre acesso e visitas a coletoras e a propriedades de mangaba, além de entrevistas semi-estruturadas com as catadoras.

O campo de investigação, neste artigo, inclui as áreas de remanescentes de *Hancornia speciosa* Gomes (mangaba) no município de Barra dos Coqueiros/SE, nos povoados Jatobá, Olhos D'Água, nos quais, segundo Santos et al., (2006), o extrativismo da mangaba é uma das principais atividades e fonte de renda dos nativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A existência de diferentes usos dos recursos naturais, sobretudo nos países do Terceiro Mundo, estimula uma análise mais detalhada das relações entre os diversos grupos existentes no espaço rural e a natureza. Para discutir a questão sugerida, reconhecem-se, a priori, quatro posições evidenciadas na literatura. Na primeira, a cultura, os modos de fazer e o saber estão no centro da análise (Schmitz, et al., 2009). O sentido da existência das populações tradicionais no contexto global é valorizado, sendo esses povos considerados como produtores de saberes e formas de manejo a eles pertinentes, essenciais na preservação da biodiversidade (Castro, 1997). Ou seja, é um tipo de grupo social que se identifica como um agente do processo de desenvolvimento sustentável que tem

baixo impacto sobre o meio ambiente e é visto desta maneira pelo resto da sociedade (Almeida, 2000).

Na segunda, a dificuldade de acesso ao mercado, a baixa densidade dos recursos em muitos casos, a produção imprevisível de frutos, a perecibilidade dos produtos, dentre outros aspectos indicados, colocam as populações extrativistas em desvantagem quando comparadas a outros grupos que têm a possibilidade de regularidade da oferta e de controle da qualidade do produto (cor, tamanho e sabor) no momento da venda.

De acordo ainda com Schmitz (et al., 2009), pode-se mencionar como terceira tendência o novo conceito de neoextrativismo, proposto por Rêgo (1999), que abrange todo uso econômico dos recursos naturais não conflitante com o modo de vida e a cultura extrativista. No sentido econômico, neoextrativismo é a combinação de atividades estritamente extrativas com técnicas de cultivo, criação e beneficiamento imersas no ambiente social dominado por essa cultura singular.

Como quarta posição destaca-se a de Homma (1990, 1993), que aponta a inevitável extinção da atividade, afirmando que apesar de se tratar de recursos naturais renováveis, o que permitiria sua extração *ad infinitum*, em termos potenciais, são evidenciadas na evolução de sua extração três fases distintas: expansão, estagnação e declínio. Dentre as causas endógenas que levam ao desaparecimento da atividade extrativa estão: 1) aquelas inerentes à extração do recurso em si, dado o desequilíbrio na taxa de regeneração; 2) o processo de domesticação;

e 3) o desenvolvimento de substitutos industriais, dada a incapacidade do setor extrativo em atender à demanda crescente. O estudo aponta também variáveis exógenas ao processo extrativo: a expansão da fronteira agrícola e o crescimento populacional que, por requererem maior demanda de terras, destroem a base extrativa, independentemente de sua rentabilidade (Homma, 1990).

O extrativismo vegetal constitui uma base de desenvolvimento de vulto bastante frágil, que se justifica mais pelo nível de pobreza dos seus habitantes e do mercado de mão-de-obra marginal. Trata-se de uma economia moribunda, cuja tendência inevitável é seu desaparecimento, à medida que o mercado desses produtos fosse crescendo (...) o que vai acabar com a economia extrativa (...) [é] a economia do mercado. ... Qualquer tentativa de apoio ao extrativismo vegetal seria mais no sentido de prolongar essa agonia (HOMMA, 1993, p. 8).

De maneira geral, enfatiza Schmitz; et al., (2009) que o acesso aos remanescentes de mangabeiras pode se dar a partir de quatro diferentes formas:

a) Extrativismo em áreas comuns de livre acesso, que podem ser tanto áreas privadas quanto áreas devolutas (ausência de direitos de propriedade bem definidos) ou estatais (por exemplo, nas esferas nacional, estadual e municipal);

b) Extrativismo em áreas privadas de acesso restrito, onde o acesso ocorre apenas com a permissão do proprietário ou da pessoa responsável, como o caseiro;

c) Extrativismo em áreas privadas através da meia (com caseiros e conhecidos) e do arrendamento; e

d) Extrativismo em áreas de propriedade

comunitária sob gestão conjunta de um grupo definido.

O cerne das disputas são as plantas (mangabeiras), nas quais as catadoras praticam o extrativismo e que, a despeito da crescente valorização da sua fruta (mangaba) no mercado regional de polpas e sorvetes, têm sido cada vez mais cortadas em decorrência da crescente urbanização das áreas, constituição de pólos de lazer e turismo, instalação de viveiros de camarão e cercamento das áreas pelos proprietários e posseiros de terra para impedir uma atividade realizada há mais de dois séculos. Com isso, instauram-se uma sucessão de conflitos com ameaças de morte e uso de diferentes instrumentos para intimidação de ambas as partes.

São raros os estudos sobre trabalho e gênero no extrativismo, provavelmente porque há três décadas o extrativismo parecia fadado a desaparecer por causa da concorrência dos produtos sintéticos, das redes arcaicas de comercialização, da imagem negativa da atividade associada à destruição dos agroecossistemas e da tendência de tecnificação dos processos de trabalho no espaço rural (Homma, 1993; Mota; Schmitz; Silva Júnior, 2007).

Apesar dos recentes investimentos acadêmicos, o trabalho das mulheres ainda é pouco conhecido, como comprovam as insistentes iniciativas de lembrar a sua importância na vida das mesmas, para torná-las mais visíveis e valorizadas. Colabora com este pouco conhecimento o fato de que as categorias habituais de análise econômica e social, durante muito tempo, omitiram ou negaram as atividades femininas ou as associaram

exclusivamente a um universo particular denominado “os trabalhos das mulheres”, marcados por um grande número de estereótipos que escamoteiam capacidades adquiridas socialmente (Mota, et al., 2008).

De acordo com os mesmos autores, no debate sobre o extrativismo nos tempos atuais, o cotidiano de mulheres, homens e crianças catadores de mangaba (fruta nativa dos tabuleiros, restingas e cerrados, de excelente sabor e de alto valor comercial no litoral do Nordeste) foi estudado no Nordeste brasileiro segundo um olhar que privilegiou a divisão social do trabalho nos diferentes espaços (casa/campo) e atividades (coleta, pós-coleta e comercialização).

Para Mota e Santos (2008), ainda na organização do trabalho, os papéis de homens e mulheres são diferenciados na socialização das crianças, cabendo aos dois a transmissão dos saberes e práticas acumuladas em cada atividade considerada inerente ao gênero. A socialização funciona como um reforço aos papéis de homens e mulheres associados a pesado e leve, público e privado.

Para as mesmas autoras, independentemente da idade da catadora, o cuidado que se tem com a planta é visível em todas as atividades, evitando-se a quebra de galhos e o extrativismo predatório. Há, também, preocupação em conservar as plantas existentes e em favorecer a dispersão dos frutos pelos animais e/ou produção de mudas, garantindo, assim, a reprodução desse patrimônio para as gerações futuras. Para essas mulheres, o extrativismo da

mangaba representa, simultaneamente, uma importante fonte de renda e de reconhecimento social.

No geral, as mulheres se diferenciam dos homens quanto aos papéis de cada um na conservação dos remanescentes. Supervalorizam as suas atribuições em detrimento da dos homens, que, segundo elas, não têm agilidade nem destreza para as atividades de colheita e pós-colheita. A fruta, quando madura, é muito delicada e estraga facilmente com o manuseio inadequado. Não estaria implícita nessa crítica uma tentativa de garantia de posições conquistadas diante da crescente tendência de valorização da mangaba? (MOTA; SANTOS, 2008).

O jogo da alteridade revela-se na perspectiva do trânsito identitário que permeia a relação das catadoras entre si e destas com os homens envolvidos, ainda que parcialmente, no ciclo extrativo da mangaba, na medida em que estas mulheres assumem a preponderância da realização das atividades. Todavia, tal jogo não implica uma conquista efetiva de liderança pelas catadoras, pois muitas realizam suas atividades sujeitas à ação de atravessadores, isto é, há indícios de atuação de agentes que intermediam a comercialização dos frutos, proporcionando pagamentos irrisórios (cerca de R\$3,00 por cada dez quilos de frutos coletados) à época dos trabalhos de campo. De modo adicional, o atravessador que retribui um pouco melhor a coleta atua em intervalos que superam, em muitos casos, o tempo de maturação dos frutos, obrigando as catadoras à venda pelos preços mais desfavoráveis.

Desse modo, dificilmente o espelhamento e alteridade serão favorecidas entre este segmento social, dado este condicionante desfavorável de sua reprodução social, fato denotativo do desejo de abandono da atividade pelas catadoras adolescentes.

Outro aspecto limitador da gestão coletiva das mulheres na atividade de coletoras da mangaba reside no fato de que não há nenhuma esfera organizativa da venda da produção por parte das mesmas. Essa ausência resulta no enfraquecimento da identidade de resistência das catadoras face à limitações de negociação, na esfera do jogo identitário, dos territórios e das estratégias de controle/gestão da produção.

Para Schmitz; et al., (2009), no caso específico do extrativismo da mangaba, as regras encontradas entre as catadoras, especialmente para as áreas comuns, são as seguintes:

- 1) Todos podem catar mangaba;
- 2) Respeitar as cercas;
- 3) Não quebrar galhos;
- 4) Não catar frutas verdes;
- 5) Não tirar leite da mangabeira;
- 6) Não cortar mangabeiras; e
- 7) Não catar no mesmo pé quando já tiver alguém catando.

O predomínio das mulheres na atividade pode ser explicado pelo fato de que até os anos 1980, a utilização de frutas nativas, ainda não era muito valorizada e, por esse motivo, destinavam-se ao consumo familiar e, apenas em pequenas quantidades, eram comercializadas. Por serem sazonais, não representarem volumes expressivos e não demandarem investimentos e recursos

tecnológicos não constava no elenco das culturas comerciais, e por isso, os recursos obtidos com a sua venda se destinavam a suprir necessidades esporádicas, como uma roupa ou sapato para uma festa ou para o lazer. Ou seja, um extra para os diferentes membros da família (Figura 2) que se dedicassem ao extrativismo considerando que a fruta ainda não era tão intensamente vinculada ao mercado (MOTA, 2009).

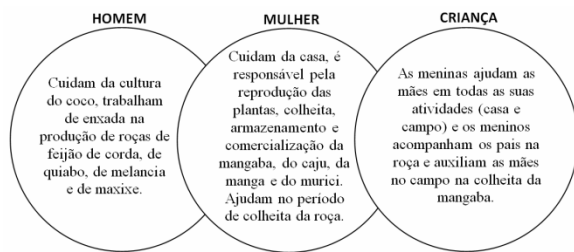


Figura 2 – Divisão social do trabalho por membro da família. Fonte: Mota; Santos, 2008. Organização: Jailton de Jesus Costa e Rosemeri Melo e Souza, 2011.

Nessa divisão social de trabalho, as crianças (meninos ou meninas), em geral, acompanham as suas mães, quando não estão na escola. Está embutida nessa prática tanto a usual “ajuda” quanto o controle para que não fiquem “aprontando por aí”. À medida que crescem, no entanto, os meninos afastam-se e passam a acompanhar mais o pai. Recentemente, no entanto, constatamos muitos casos nos quais os jovens rejeitam participar do trabalho dos pais e ficam em casa assistindo à televisão, andando pela vizinhança ou realizando pequenos serviços nas áreas de turismo mais intenso. Esse tema tem sido abordado recorrentemente pelos pais entrevistados, que constataam uma ruptura do padrão

tradicional de socialização profissional e também do comprometimento com a continuidade da atividade, já agravada pela crescente diminuição e privatização dos recursos naturais (Mota, et al., 2008).

Por tudo isso, as áreas de mangabeiras se constituíam em espaços de domínio feminino e também pela facilidade de revezamento das mulheres entre a atividade doméstica e a extrativista, normalmente, realizada nas proximidades da casa e sem demandar longas e ininterruptas jornadas de trabalho (Mota, 2009).

Nesse universo, lidar com a mangaba não era considerada uma atividade pública e nem geradora de renda, portanto, pertinente ao domínio das mulheres em oposição ao dos homens em que vigora o negócio, o público. Está implícito nessa concepção a desvalorização do trabalho extrativista que é mais considerado como atividade lúdica ou não geradora de valor (Mota, 2009).

Nesse caso, o pomar é considerado uma extensão da casa, portanto, domínio preferencial das mulheres que se desdobram entre as funções domésticas e extrativistas, que são consideradas leves. O extrativismo da mangaba não é considerado socialmente adequado ao elenco das atividades do denominado provedor da família que necessita de certa regularidade nos ganhos”.

Os maiores produtores de mangaba, de acordo com a tabela abaixo, são os Estados de Sergipe (1456), Rio Grande do Norte (164), Bahia (73) e Pará (68) toneladas de mangaba no ano de 2006 (IBGE), conforme a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Quantidade de mangabas em toneladas, produzidas no Brasil e nas quatro principais unidades da federação, 2006. Fonte: IBGE – Produção Extrativa Vegetal, 2006. Organização: Jailton de Jesus Costa e Rosemeri Melo e Souza, 2011.

	Total em Toneladas
Brasil	1869
Sergipe	1456
Rio Grande do Norte	164
Bahia	73
Pará	68
Demais Unidades	108

Identificou-se, nos povoados analisados do município de Barra dos Coqueiros, de acordo com a Tabela 2, as seguintes características:

Tabela 2 – Características dos estabelecimentos por povoado – 2011. Fonte: Trabalho de Campo, 2011. Organização: Jailton de Jesus Costa e Rosemeri Melo e Souza, 2011.

Povoado	Estabelecimento	Qde	Catadoras Envolvidas
Capoã	30 (apenas 4 visitados)	99000	250
Jatobá	3 (sendo apenas 2 visitados)	6600	21
Olhos D'Água	06 (apenas 1 visitado)	33000	12

O número de estabelecimentos é aproximado e resultado da média entre os relatos dos entrevistados e os dados encontrados nas bibliografias consultadas.

No Povoado Olhos D'água , o número de plantas é estimado em 3.000, e não há áreas de exploração comum. Diferentemente do povoado Jatobá, não há loteamentos e predominam os

estabelecimentos de cidadãos que, geralmente, contratam caseiros para o trabalho no campo.

Em capoã, percebeu-se que as catadoras demonstram maior domínio das práticas e saberes associados a todas as fases da produção.

Os três povoados estão localizados em áreas próximas aos manguezais, isso facilita que a exploração alternada mangaba/mangue faça parte das estratégias de sobrevivência da população, reforçando a tese de que o extrativismo deve ser sempre compreendido no conjunto das atividades da população (Diegues, 1998; 2002).

Atualmente, essa população tradicional está sujeita, por um lado, à pressão exercida pelos proprietários das áreas remanescentes de mangabeiras que as utilizam para agricultura, turismo e construção de viveiros de camarão, atividades que dependem do corte das plantas e, por outro lado, pelo desequilíbrio ambiental que vem provocando a extinção do caranguejo nos manguezais, um dos principais componentes da dieta e da renda dessa população.

Ameaçada da expropriação de seu modo de vida, a população reage, investe na reprodução das plantas e insiste no acesso às áreas naturais de mangabeira, muitas vezes privadas, mas disponibilizadas por seus proprietários. Outras vezes, são erguidas cercas para impedir o acesso e, neste caso, as catadoras, freqüentemente desconsideram as regras impostas pelos proprietários. Nos dois casos, a coleta dos frutos é intensificada, tanto pela maior demanda de mercado quanto pela urgência em gerar

uma renda que compense a indisponibilidade do caranguejo (Schmitz; et al., 2009).

Para Mota e Santos (2008), existem diferentes formas de acesso às mangabeiras, conforme observado em outras áreas do Nordeste. Tais formas, segundas as autoras, são:

1) Algumas famílias vivem nas grandes propriedades: onde um dos seus membros exerce a função de caseiro e, como tal, exercita o sistema de “meia” com o proprietário, competindo ao primeiro a colheita e a venda. A renda total é dividida entre o catador e o proprietário da área. Nesse sistema o catador de mangaba é o responsável desde a colheita até a comercialização, dividindo o lucro com o dono da propriedade.

2) Existem aqueles que colhem a mangaba em terrenos de terceiros (abandonados) ou em terras públicas: a exemplo das áreas do Porto de Sergipe e da CODISE – Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe (situados no povoado Jatobá) e do sítio Filizola, que é uma propriedade particular em que o proprietário não aparece há muito tempo e é considerada por muitos como uma área abandonada.

3) Outros colhem mangaba no seu próprio terreno: e os mantêm cercados para evitar a entrada de terceiros o que influencia para que, cada vez mais, diminuam as áreas de acesso comum nessa região. O que tem diferenciado as duas últimas formas de acesso em se tratando da melhor/pior conservação dos recursos, seriam os tratos culturais dados às plantas nas áreas privadas e que consistem na

limpeza da área (retirada do mato e muitas vezes da serrapilheira) ao redor da planta, e na retirada de galhos secos.

4) Algumas pessoas invadem as propriedades particulares cercadas e colhem o fruto, da mesma forma como observado em outras áreas de Sergipe (Mota; et al., 2003a). Essas invasões acabam ocasionando rivalidades e até mesmo conflitos.

5) Há, também, os que catam mangaba e ganham pelo dia de trabalho. Esse comportamento foi observado numa localidade denominada Rio Morto, que fica entre os povoados Capoã e Jatobá.

Comparando as diferentes formas de acesso, as mais prejudiciais à conservação dos remanescentes são as áreas de livre acesso, onde o extrativismo é intenso, as plantas não são cuidadas, ficando expostas a agressões, especialmente, no período de safra, quando são retirados frutos verdes e os galhos são quebrados. Mesmo nessas áreas, a intensificação das colheitas acaba gerando discussões, pois há compreensões diferentes quanto aos procedimentos a serem utilizados no extrativismo. Para alguns, o uso intensivo dessas áreas não tem prejudicado a produção e, para outros, as conseqüências são visíveis e têm prejudicado enormemente à conservação, compreensão que é reforçada pela literatura recente para outras áreas do Nordeste (Mota e Silva Júnior, 2005).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a territorialidade constituída no tensionamento entre a identidade de resistência e a alteridade de sua condição de catadoras, enquanto mulheres pertencentes a um segmento cuja atividade encontra-se fortemente constringida nos territórios analisados aponta para intrincada teia relacional e de significados que enveredam entre *o ethos discursivo das mesmas, sobretudo das mais idosas catadoras* como pertencimento e as condições objetivas de manutenção desse segmento vivenciadas pelas catadoras mais jovens, pressionadas entre a sobrevivência e a possibilidade, cada vez mais remota, de coexistência ante condições desfavoráveis à continuidade desta forma de exploração da mangaba como recurso de uso comum.

Por ser a mangabeira hoje, uma das mais importantes produtoras de matéria-prima para a indústria de sucos e sorvetes do Nordeste e Centro-Oeste, por ser o Estado de Sergipe o maior produtor no Brasil, pelo aumento do valor agregado à mangaba nos últimos anos (polpas, sorvetes etc.), e pela intensificação da prática do seu extrativismo em diversas áreas do Estado de Sergipe, entre outros, faz-se necessária a geração de conhecimentos que fundamentem o cultivo e a permanência da *Hancornia speciosa* em Sergipe.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às catadoras de mangaba das áreas de pesquisa pelo acolhimento e acompanhamento às áreas de uso comum nas

jornadas de campo, bem como ao suporte financeiro e fomento das seguintes agências financiadoras de pesquisa: CNPq (Bolsa de Produtividade em Pesquisa da primeira autora) e CAPES, financiadora do segundo autor até março de 2011.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, M. As reservas extrativistas e as populações tradicionais. (Entrevista do mês, 10/11/2000). Disponível em: <comciencia.br/entrevistas/almeida.htm>. Acesso em: 14 Setembro 2004.

Castells, M. O poder da identidade: a era da informação – economia, sociedade e cultura. vol. 2. Trad. Alexandra Lemos e Rita Espanha. Lisboa, Fundação Calouste Gulbekian. 2003.

Castro, E. Território, biodiversidade e saberes de populações tradicionais. In: Castro, E.; Pinton, F. (orgs.). Faces do trópico úmido: conceitos e questões sobre desenvolvimento e meio-ambiente. Belém: Cejup, 1997. p. 263-283.

Certeau, M. de. A Escrita da História. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

Diegues, A. C. S. Aspectos sociais e culturais do uso dos recursos florestais da mata atlântica. In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (Org.). Sustentável mata atlântica. São Paulo: Senac, 2001. p. 135-158.

Feeny, D., et al. A tragédia dos comuns: vinte e dois anos depois. Tradução André de Castro C. Moreira. In: Diegues, A. C.; Moreira, A. C. C. (Orgs.). Espaços e recursos naturais de uso comum. São Paulo: NUPAUB/LASTROP-USP, 2001. p. 17-42. (Original: 1990).

Ginzburg, C. “Sinais: raízes de um paradigma indiciário” In: *Mitos, emblemas e sinais*. São Paulo: Cia. das Letras, 2001.

Ginzburg, C. *Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história*. 2. ed. Tradução de Federico Carotti. São

- Paulo: Companhia das Letras, 2003.
- Hardin, G. The tragedy of the commons. *Science*, v. 162, p. 1244-1248, 1968.
- Homma, A. K. O. A dinâmica do extrativismo vegetal na Amazônia: uma interpretação teórica. Belém: Embrapa-CPATU, 1990. 38 p. (Documentos 53).
- HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades. Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 202 p.
- Mermet, L. *Stratégies pour la gestion de l'environnement: la nature comme jeu de société?* Paris: Éditions L'Harmattan, 1992. 207 p.
- Mota, D. M.; Santos, J. V. Uso e conservação dos remanescentes de mangabeira por populações extrativistas em Barra dos Coqueiros, Estado de Sergipe. *Acta Sci. Human Soc. Sci. Maringá*, v. 30, n. 2, p. 173-180. 2008.
- Mota, D. M.; Silva Júnior, J. F. Populações tradicionais e formas coletivas de gestão e preservação dos remanescentes de mangabeiras no litoral sergipano. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. (Relatório de projeto de pesquisa financiado pelo CNPq).
- Mota, D. M. da; Silva Júnior, J. F. da; Gomes, J. B. V. Lógicas de reprodução social de uma população tradicional de catadores de mangaba no litoral sul sergipano. In: *Anais do Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003b. CD-ROM
- Mota, D. M. da; Santos, J. V. dos. Uso e Conservação dos remanescentes de mangabeira por populações extrativistas em Barra dos Coqueiros, Estado de Sergipe. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, v. 30, p. 173-180, 2008.
- Mota, D. M. da.; Silva Júnior, J. F. da. Populações Tradicionais e Formas Coletivas de Gestão das áreas de ocorrência natural de mangabeira. In: *Raízes: Revista de Ciências sociais e econômicas*. Campina Grande: UFCG. V.22, n.2, p.225-233, jul./dez. 2003a.
- Mota, D. M.; Silva Júnior, J. F.; Schmitz, H. Os catadores de mangaba e a conservação da biodiversidade no território Sul sergipano. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL*, 43. Anais... Ribeirão Preto: SOBER, 2005.
- Motta, D. M. et al. Disputas pelo acesso aos recursos naturais: o dilema das mulheres catadoras de mangaba em Sergipe. In: *Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs)*, 33, Caxambu, 2009.
- Mota, D. M. da; Schmitz, H.; Silva Júnior, J. F. da. O extrativismo em tempos de globalização. In: *CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SOCIOLOGIA*, 13., 2007, Recife. Anais... Recife: SBS, 2007.
- Ostrom, E. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1990. 280 p.
- Rêgo, J. F. Amazônia: do extrativismo ao neoextrativismo. *Ciência Hoje*, v. 147, março 1999. Disponível em: <cienciahoje.uol.com.br/view/349>. Acesso em: 21 Novembro 2006.
- Santos, J. V.; et al. A construção de indicadores para uma avaliação do extrativismo da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em Sergipe. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA*, 4., 2006, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte: Emater, 2006. p. 1-4.
- Schmitz, H.; et al. Gestão coletiva de bens comuns no extrativismo da mangaba no Nordeste do Brasil. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v.12, n.2., p.273-292, jul.-dez. 2009.

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MAPEAMENTO DAS ALTERAÇÕES NA PAISAGEM DA RODOVIA BR-174

GEOTECHNOLOGY USE FOR MAPPING LANDSCAPE CHANGES IN BR-174 ROAD

Eduardo da Silva Pinheiro
Departamento de Geografia – Universidade Federal do Amazonas
pinheiro@ufam.edu.br

Eduardo Paschoal Rodrigues
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade - UFAM
edu.pr@ig.com.br

Maurício Soares de Oliveira
Bolsista de Iniciação Científica – CNPq - UFAM
soares_oliveira_7@hotmail.com

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar o desflorestamento ao longo da rodovia BR-174, entre Manaus/AM e Boa Vista/RR (2009) e, verificar as principais atividades econômicas associadas a este passivo ambiental. Além disso, analisar as principais formações vegetais, tipos de solos e relevo que sofreram impactos por desflorestamento e; analisar o desflorestamento em áreas protegidas e assentamentos rurais. Foram utilizados dados de desflorestamento do INPE/PRODES (2009), trabalho de campo e dados tabulares e cartográficos do IBGE. Os resultados demonstram que Roraima apresenta maiores áreas com desflorestamento do que o Amazonas. A presença da Terra Indígena Waimiri-Atroari Roraima/Amazonas inibiu fortemente o desflorestamento. As possíveis causas do desflorestamento ao longo da rodovia BR-174 e a comparação entre o processo em áreas protegidas e assentamentos rurais são discutidas.

Palavras-chave: Amazônia, Geoprocessamento, Desflorestamento, BR-174

ABSTRACT

This paper aims to analyze deforestation along the BR-174, between Manaus / AM and Boa Vista / RR, Brazil. Also, assess the main economic activities associated with this environmental problem; analyze the main vegetation, soil and topography types that are impacted by deforestation and, to analyze deforestation in protected areas and rural settlements. We used Landsat satellite images, INPE/PRODES data (2009), fieldwork, cartographic and economic data. The results showed that the Roraima State has major deforestation of the Amazonas State. The Waimiri-Atroari Indigenous Land strongly inhibited in the Roraima / Amazonas deforestation. Possible causes of deforestation along the BR-174 and the comparison between the process in Protected Areas and Rural Settlements are discussed.

Keywords: Amazon, GIS, Deforestation, BR-174

1. INTRODUÇÃO

Na década de 1960 do século XX, o governo brasileiro iniciou um programa de desenvolvimento com o objetivo de integrar a região Amazônica com o resto da economia brasileira (Andersen e Reis, 1997). Desde este período, cerca de 60 mil quilômetros de rodovias foram construídos na região, milhares de pessoas receberam ajuda para se estabelecer ao longo dessas rodovias e outras milhares se estabeleceram sem ajuda governamental. Estima-se que bilhões de dólares em crédito, benefícios fiscais e concessão de terras foram oferecidos a quem desejasse possuir um estabelecimento agrícola na região. Contudo, o resultado de tudo isso, foi o crescimento tanto da população como do desflorestamento.

Diversas pesquisas indicam que a construção e pavimentação de estradas contribuem para o estabelecimento do desflorestamento e a proporção deste decai exponencialmente em função da distância das estradas (Soares-Filho 1998; Laurance et al., 2001; Souza Jr et al., 2004; Fearnside 2005; Ferreira et al., 2005). O desflorestamento está associado a diferentes aspectos econômicos e sociais, entretanto as estradas podem ser consideradas vetores de desflorestamento na Amazônia (Laurance et al., 2001; Fearnside 2005).

A rodovia BR-174 foi construída na década de 1970, com objetivo de ligar o estado de Roraima e ao restante do Brasil. A construção e pavimentação desta estrada foram importantes para o país, uma vez que criaram perspectivas de interligação internacional e possibilitou a ligação de duas capitais importantes da Amazônia Brasileira (Manaus e Boa Vista).

Conforme Macedo e Teixeira (2009), o uso de tecnologias, como o sensoriamento remoto, têm permitido o monitoramento do desflorestamento em escala regional. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) tem divulgado anualmente as taxas de desflorestamento na região Amazônica por meio do Programa de Cálculo do Desflorestamento na Amazônia (PRODES) desde 1988, e a espacialização desses dados tem permitido análises sobre a dinâmica espacial e temporal desse fenômeno, bem como a de estratégias de fiscalização.

Os objetivos deste trabalho foram analisar o desflorestamento ao longo da rodovia BR-174,

avaliar as principais atividades econômicas nos municípios entre Manaus e Boa Vista e os desencadeamentos do desflorestamento, mapear as principais formações vegetais, tipos de solos e relevo que sofreram impactos por desflorestamento e finalmente analisar o desflorestamento em áreas protegidas e assentamentos rurais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende a rodovia BR-174 que liga as capitais dos estados do Amazonas e Roraima, Manaus e Boa Vista, respectivamente. Os municípios que abrangem a faixa de estudo (BR-174) são: Manaus, Presidente Figueiredo, Rorainópolis, Caracará, Iracema, Mucajaí, Boa Vista.

2.2. Material e equipamentos

Para realizar este trabalho foram utilizados dados cartográficos e tabulares, a saber:

- Dados de desflorestamento do INPE/PRODES (2009);
- Mapas de vegetação, solos e geomorfologia do Amazonas e Roraima elaborados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011) em escala 1:2.500.000;
- Dados socioeconômicos do IBGE (2006).
- Programa ArcGIS/ArcMap.

2.3. Métodos

Para atingir os objetivos deste trabalho foi realizada uma análise integrada da paisagem (relevo, vegetação, uso da terra e atividades econômicas) com base nas teorias de Geossistemas (Sochava, 1978). Para Troppmair (2008), o Geossistema compreende o espaço que se caracteriza pela homogeneidade dos seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações que integrados, formam o sistema do ambiente físico onde há exploração biológica.

Os mapas de desflorestamento ao longo da estrada foram compilados do banco de dados do INPE/PRODES (2009). Após a aquisição dos arquivos que cobrem a área de estudo, foi elaborado

um mosaico e posteriormente recortado a uma distância de 10 km para cada lado da BR-174. Esta distância da estrada foi atribuída em função que diversos estudos, Espírito-Santo et al., (2004), Ferreira et al., (2005), Venticinque et al., (2007), Brandão Jr. et al., (2007), Viana e Fonseca (2009) e Reis e Pinheiro (2010) demonstrarem que a maior porção do desflorestamento acontece nas proximidades das estradas, em uma faixa média de até 5 km.

Para analisar as principais formações vegetais, tipos de solos e relevo que sofreram impactos por desflorestamento foi utilizada a técnica de tabulação cruzada. Esta técnica consiste em uma forma básica e simples de análise de dados, conhecida na estatística. Ela possibilita integrar pares de mapas e comparar as classes destes mapas, determinando a distribuição de suas intersecções, tendo como resultado tabelas de duas dimensões (Câmara et al., 1996). A partir destas tabelas foram elaborados gráficos que permitiram identificar as diferentes formações vegetais, tipos de solos e formas de relevo que mais sofrem com o desflorestamento.

Em outra etapa os dados socioeconômicos do IBGE (2006) foram compilados para cada município por onde passa a rodovia BR-174 (Manaus; Presidente Figueiredo; Rorainópolis; Caracará; Iracema; Mucajaí; Boa Vista) e comparados com os dados de desflorestamento.

Na última etapa da pesquisa os dados de desflorestamento foram analisados em relação às áreas protegidas (unidades de conservação federais e estaduais, terras indígenas) e assentamentos rurais ao longo da rodovia BR-174.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. O desflorestamento nos municípios ao longo da BR-174

Os municípios por onde passa a rodovia BR-174 com as maiores extensões de desflorestamento foram Mucajaí/RR (1.622 km²), Manaus/AM (1.226 km²) e Rorainópolis, RR (1.062 km²) (Figuras 1 e 2). Segundo os dados do INPE/PRODES (2011), em 2009 no estado de Roraima, Mucajaí foi o campeão em termos de desflorestamento, 13% das formações florestais no município estão alteradas.

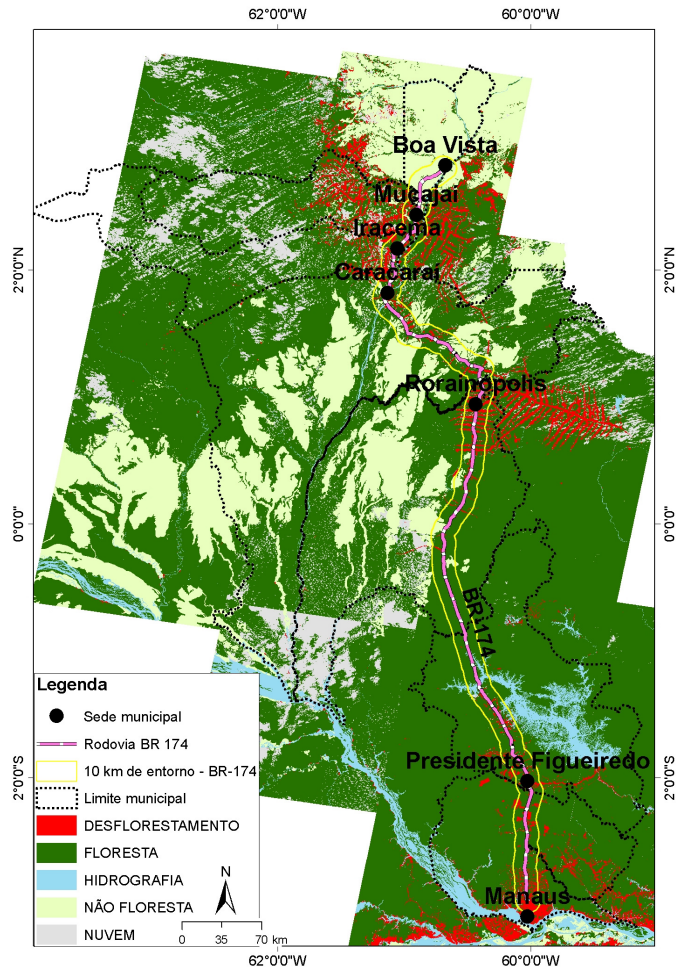


Figura 1 - Mapa do desflorestamento nos municípios por onde passa a BR-174 (Manaus/AM a Boa Vista/RR).
Fonte: Dados compilados de 2009 (INPE/PRODES, 2011).

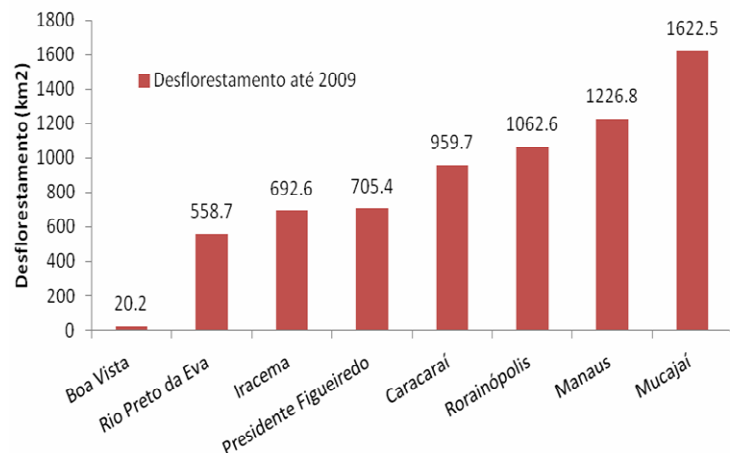


Figura 2 - Desflorestamento nos municípios por onde passa a BR-174 (Manaus/AM - Boa Vista/RR).
Fonte: Compilado de INPE/PRODES (2011).

De acordo com Barbosa et al. (2008), Mucajaí/RR é considerado um município com histórico de aproveitamento de sistemas florestais para agricultura que datam das décadas de 1940-50. Este desflorestamento antigo é relativo às primeiras colônias agrícolas estabelecidas pelo governo federal quando da instalação do então Território Federal do Rio Branco em 1943. Destas referências partiram novos ramais de colonização e de projetos de desenvolvimento regional, principalmente a partir do final da década de 1970 e início dos anos 1980, como por exemplo, Apiaú, Roxinho e o Distrito Agropecuário (todos em Mucajaí).

Segundo IBGE (2006), em Mucajaí as atividades econômicas concentram-se na agropecuária e na mineração, além da extração de madeira. Produz, em especial, arroz, madeira, abacaxi, mamão, gado, leite, milho e etc. Na pecuária concentra-se a criação de gado bovino e frangos. Mucajaí possui o maior número de áreas com pastagens plantadas, são 377 estabelecimentos que somam 119,02 km² (IBGE, 2006). Os dados demonstram que o desflorestamento no município provavelmente advém de outras atividades como retirada de madeira de forma clandestina ou de atividade dos assentamentos rurais.

Entre os municípios estudados, Manaus/AM, com suas diversas atividades econômicas está em segundo lugar em termos de desflorestamento (Figuras 2 e 3). Até 2009 foram desmatados 10,7% de sua área total. O desflorestamento na capital do Amazonas está concentrado na área urbana. Segundo Marques e Pinheiro (2011), em 1978, o desflorestamento de Manaus foi mapeado preferencialmente nas proximidades das margens do rio Negro e ao longo da rodovia BR-174, representando 39,5% da cobertura florestal da área urbana, em 1998 chegou 41,4%, 62,4% em 1998 e atingiu a marca de 67,6% em 2008. Entre os diversos fatores para explicar o desflorestamento em Manaus pode-se citar ao crescimento demográfico, a necessidade de ampliação das habitações na cidade e as atividades ligadas à urbanização, além de outras práticas como a agricultura e pecuária. A produção agropecuária é baseada no cultivo de mandioca, cupuaçu, cítricos e hortaliças. A pecuária é representada principalmente por frangos, suínos bovinos, codornas, com produção de carne e de leite

destinada ao consumo local.

Criada como área de livre comércio, a Zona Franca de Manaus se tornou um pólo de intensa atividade comercial e industrial. Em Manaus, se concentra as principais indústrias de aparelhos eletroeletrônicos, que abastecem o mercado interno brasileiro. O comércio oferece produtos importados de alta tecnologia. Manaus vem se transformando no maior entreposto aduaneiro da América Latina e em porta de saída de produtos de exportação para os mercados do Caribe e Estados Unidos.

Neste estudo Rorainópolis/RR apresentou a terceira maior área com desflorestamento (Figura 2 e 3). Os dados do PRODES para 2009 apontam Rorainópolis também em terceiro lugar em termos de desflorestamento quando analisados todos os municípios do estado de Roraima (3% de sua área total estão desflorestados). Para Barbosa et al. (2008), Rorainópolis (antiga Vila do INCRA) é um caso clássico de assentamento humano promovido pelos planos de colonização dos governos militares em áreas periféricas da Amazônia. Ainda hoje é um pólo de capilaridade do desflorestamento na região sul de Roraima, sendo a referência dos colonos que se deslocavam, e ainda se dirigem, aos projetos de colonização. Esses assentamentos foram, e ainda são, principalmente, implantados ao longo do trecho sul das BR 174 e BR 210 que alcança esta região (atuais municípios de Caroebe, São João da Baliza e São Luiz do Anauá, principalmente dentro do Programa de Assentamento Dirigido - PAD - Anauá). Também é um forte pólo madeireiro que cresceu: (i) devido à atração provocada pela facilidade de escoamento da produção para os mercados de Manaus e Boa Vista e; (ii) pela dinâmica de abertura de novas áreas no sul do Estado, visto que os pólos desta indústria naquela região eram, até fins da década de 1980, São Luiz do Anauá e São João da Baliza (Barbosa et al., 2008).

Em Rorainópolis/RR, predominam as pequenas propriedades agrícolas, oriundas do processo de colonização. O número de estabelecimentos agropecuários é de 2.214 unidades e área de 172.766 ha (IBGE, 2006). O potencial agrícola, segundo as condições climáticas, possibilita o cultivo de inúmeros produtos, entre os quais: café, cacau, cana-de-açúcar, entre outros. Mas, considerando os hábitos da população, predominam as culturas de arroz, feijão, milho, mandioca e pastagens. A combinação

de fatores físicos e econômicos resulta no que diz respeito ao processo de ocupação de espaço, em agricultura baseada em cultivo de rápido retorno e em pecuária semi-extensiva, comprometendo áreas de grande potencialidade voltadas para lavouras de maior valor comercial como, por exemplo: a soja, cacau, cana-de-açúcar, entre outras, além de uma variedade enorme de frutas (Roraima, 2011).

Conforme Barni (2009), as atividades de exploração e comercialização de madeiras em Rorainópolis estão ligadas à forte presença de madeireiros vindos anualmente de fora de Roraima para a exploração florestal, e tais madeireiros, transportariam toras para as serrarias à noite para burlar a fiscalização. As afirmações supracitadas têm relevância quando comparadas aos dados agropecuários do IBGE (2009), onde Rorainópolis aparece como o maior produtor (extração e comercialização) de madeiras em toras, sendo 32.000 m³ (IBGE, 2006). No entanto, não se pode atribuir o desflorestamento na região apenas a um único fator, pois várias áreas foram criadas para assentamentos onde são utilizadas na agropecuária.

De acordo com Barbosa et al., (2008), é estimado que o desflorestamento em Roraima cresça em função da concretização dos planos do Governo Federal em asfaltar a BR-319 (Manaus – Porto Velho), incluindo a construção da ponte que ligaria Manaus a esta rodovia. Isto poderia criar um novo movimento migratório a partir de antigas regiões de colonização, já com graves problemas fundiários (déficit de terras), causando forte impacto ambiental e elevação nas taxas de desflorestamento.

Caracará/RR ficou em quarto lugar em termos de desflorestamento (Figura 3). Este município tem o principal porto do estado de Roraima, que foi muito importante no passado (antes da abertura da BR-174) e que perdeu sua função com a construção da rodovia BR-174, conhecida como Manaus-Caracará. A cidade localiza-se a jusante da primeira cachoeira do rio Branco, o que permitia que embarcações de maior calado pudessem alcançá-la na maior parte do ano, impedindo a navegação somente no auge da estação seca. Somente cargas seletivas, como por exemplo, o transporte de combustíveis, feito em barcas por constituírem o melhor meio de deslocamento (IBGE, 2009).

O desflorestamento em Caracará/RR pode

estar associados a pecuária e extração de madeira, uma vez que registrou o quarto maior rebanho bovino (28.000 cabeças) (IBGE, 2006), e sendo o segundo município no quantitativo de áreas destinadas aos proprietários individuais (128.319 ha). A produção de madeira teve a maior representatividade em toras, sendo 3.400 m³ (IBGE, 2006). Há também um grande número de pastagens naturais, 231 estabelecimentos que somam 9.408 hectares (IBGE, 2006).

Neste estudo Presidente Figueiredo/AM ficou em quinto lugar quanto ao desflorestamento (3% de sua área total) (Figura 2). No estado do Amazonas, para o ano de 2009 este município esteve em 18º em termos de área desflorestada (INPE/PRODES, 2011). As principais modificações antrópicas de uso e ocupação da terra, em Presidente Figueiredo, estão concentradas ao longo da BR-174 e ao longo da AM-240, que interliga a sede municipal de Presidente Figueiredo/AM à vila de Balbina. Estudo recente destaca que nestes trechos, nas áreas desflorestadas, se desenvolvem atividades relacionadas à instalação de famílias, loteamentos, pastagens para pecuária, agricultura de pequeno e médio porte e, principalmente, instalação de pontos comerciais e de acesso aos recursos hídricos superficiais; pequenos e médios empreendimentos turísticos (pousadas, “banhos”, etc.), além de pequenas pedreiras e, em todos os casos, associados à abertura de ramais, desmatamentos e queimadas (REIS e PINHEIRO, 2010).

Iracema/RR possui 5% de sua área com desflorestamento (Figura 2) (INPE/PRODES, 2011), estando em sexto lugar quanto às áreas florestais alteradas. Este município apresenta uma estrutura fundiária baseada em minifúndios, ocupados por posseiros e arrendatários, que desenvolvem uma agricultura rudimentar, em pequenos lotes com até 100 ha (Roraima, 2011). A pecuária é a maior atividade com grandes áreas e pastagens, o efetivo de bovino, apontado no município de Iracema (IBGE, 2006), sendo o maior rebanho (210.501 cabeças), pode ter influenciado nas altas taxas de desflorestamento desse município.

Rio Preto da Eva/AM apresentou cerca de 10% da área municipal com desflorestamento (INPE/PRODES, 2011). Neste município o desflorestamento ocorre com maior intensidade ao

longo da rodovia AM-010 e próximo da sede municipal. De acordo com os dados do IBGE (2009), Rio Preto da Eva teve o maior destaque na produção de carvão vegetal, sendo produzidas 487 toneladas, e também, um grande produtor de lenhas com 57.752 m³ (IBGE, 2006). Silva (2006), estudou 12 propriedades produtoras de carvão vegetal que possui em média 1 a 2 fornos construídos de tijolo e argila, sendo a produção média de 684 kg de carvão por forno, num período de 8 a 12 dias. Segundo a autora, os produtores retiram a lenha de suas propriedades alegando que seus lotes ainda estão em fase de desmatamento para plantio do roçado, e para não perder a madeira derrubada, aproveitam na produção de carvão. No entanto, cada lote possui 25 ha, e só pode ser desmatado 5 ha, onde a maioria dos produtores já estão alcançando esse limite. Outros produtores compram madeira de terceiros. No município, também são encontradas outras atividades agropecuárias como a criação de suínos e frangos.

Boa Vista/RR possui as menores áreas com desflorestamento, apenas 0,35% da área do município está alterada. Este resultado está associado às formações vegetais que cobre a área municipal, com a maior parte representada por savanas (cerrado).

Angelsen e Kaimowitz (1999) avaliaram mais de 140 modelos econômicos para explicar as causas do desflorestamento tropical e chegaram às conclusões de que o desflorestamento tende a ser maior quando as terras são mais acessíveis (por rodovias), quando os preços dos produtos agrícolas e da madeira são mais altos, quando os salários são mais baixos e quando existe escassez de empregos fora da área rural (estes fatores são parte do conjunto de parâmetros de decisão dos agentes do desflorestamento).

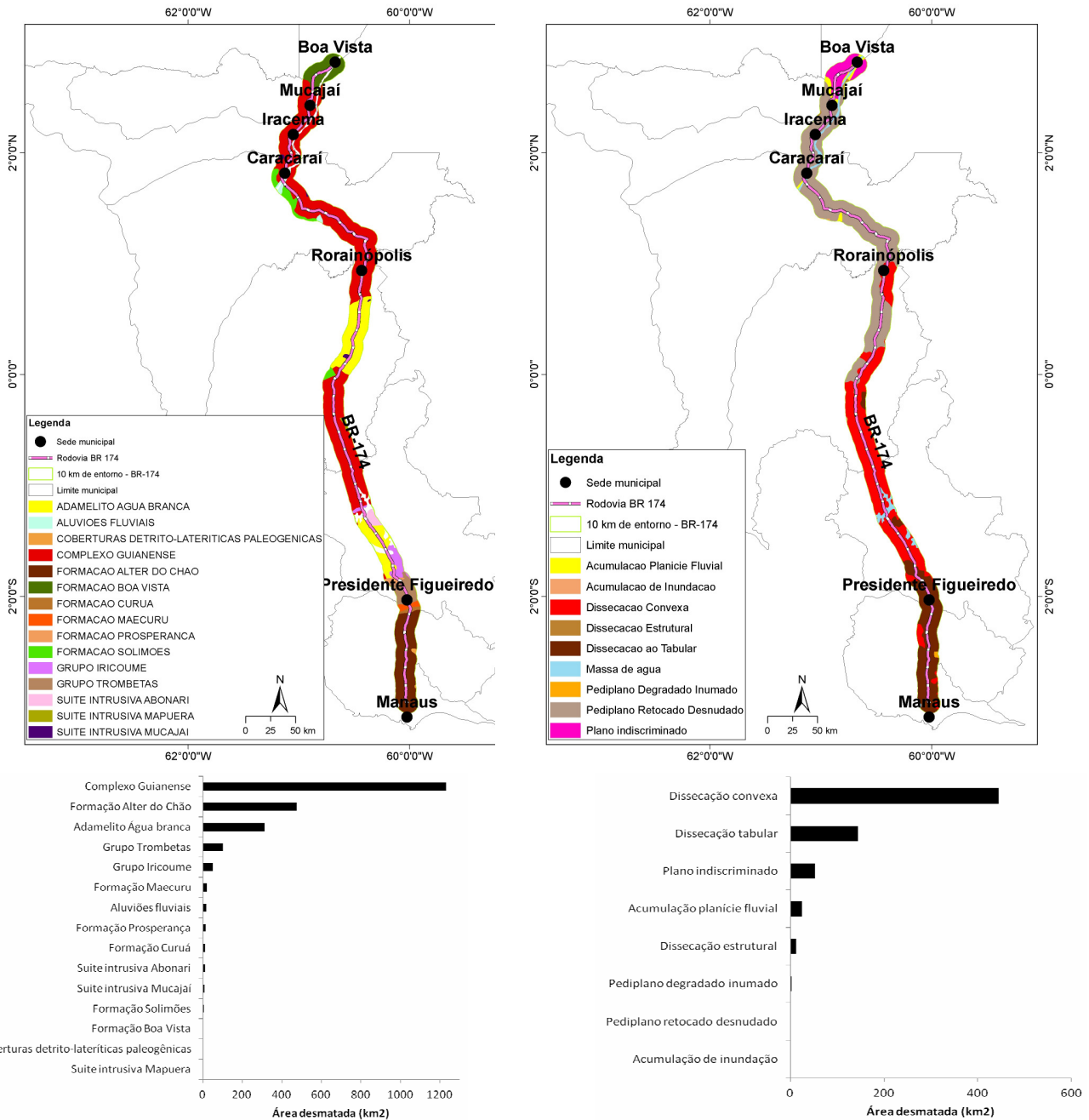
3.2. A relação entre o desflorestamento e a paisagem ao longo da BR-174

A análise do desflorestamento em relação às formações geológicas permitiu identificar que, este processo está concentrado no Complexo Guianense, Formação Alter do Chão e Adamelito Água Branca (Figura 3a). Relativo à geomorfologia ao longo da BR-174, as áreas mais afetadas são os modelado dissecação convexa, dissecação tabular e plano indiscriminado (Figura 3b). O modelado do tipo

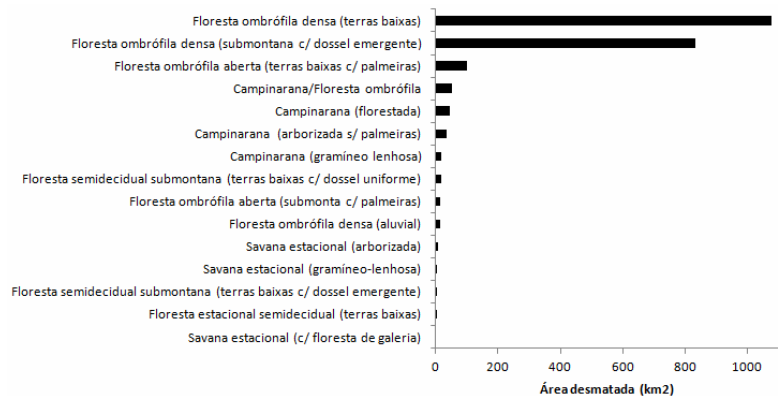
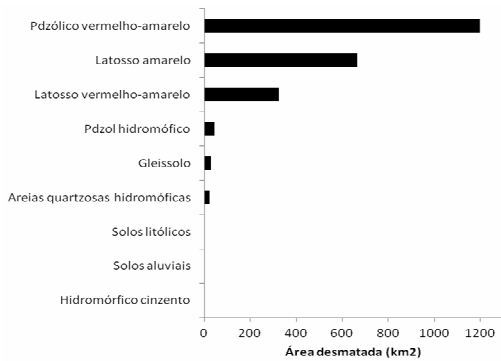
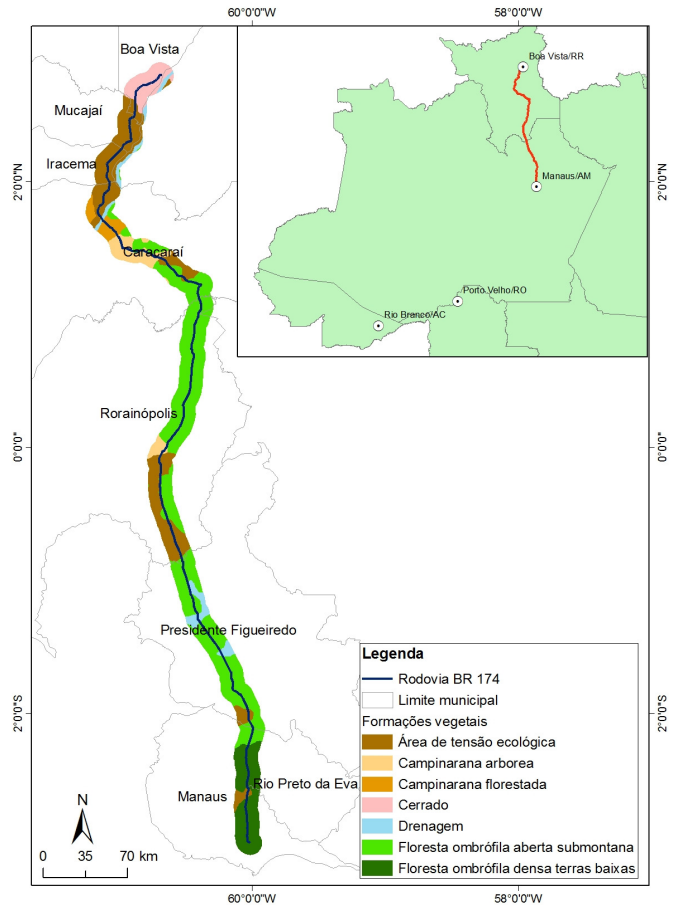
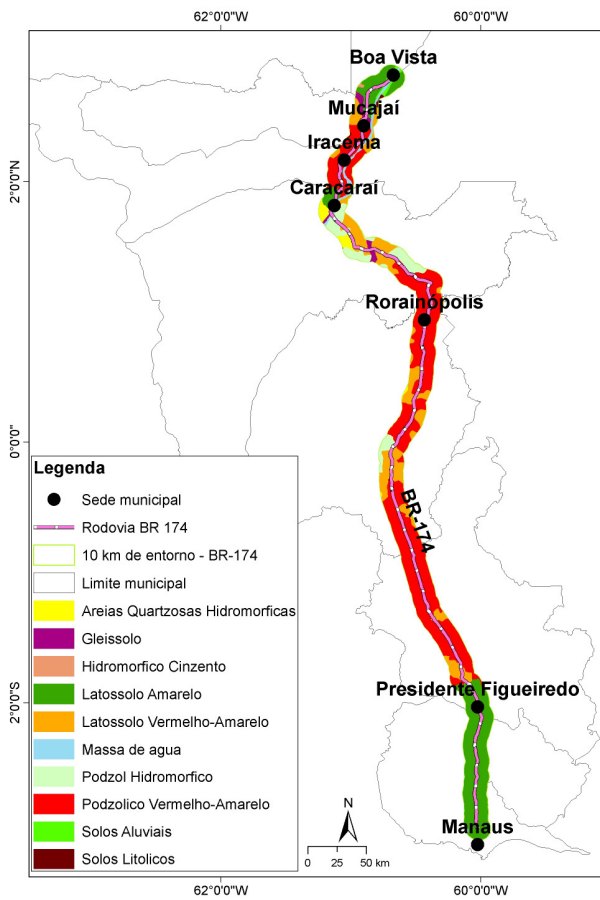
dissecação convexa apresenta as formas de relevo ligeiramente ondulado, variando do plano ao ondulado. A dissecação tabular caracteriza-se pelo relevo plano a suavemente ondulado de topos planos, interflúvios com grande amplitude e fraca intensidade de aprofundamento dos canais de drenagem. O plano indiscriminado possui as formas de relevo muito planas (IBGE, 1995).

Os solos dominantes são as Areias Quartzosas álicas (AQa12), cobertos Já os solos onde se concentram o desflorestamento são do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e o Latossolo Vermelho-Amarelo (Figuras 4a). As formações vegetais mais impactadas pelo desflorestamento são a Floresta Ombrófila Densa (Terras Baixas), Floresta Ombrófila Densa (Submontana com Dossel Emergente) e Floresta Ombrófila Aberta (Terras baixas com Palmeiras) (Figura 4b).

De um modo geral, os solos onde se concentram o desflorestamento possuem a fertilidade natural baixa a moderada, imperfeitamente drenado com baixa capacidade de armazenamento de água, normalmente rasos e com grande suscetibilidade à erosão (Souza, 1998). Até a sede de Presidente Figueiredo observam-se processos erosivos com sulcos e grandes voçorocas (Molinari et al, 2009). Ao longo da BR-174, a principal atividade é a pecuária em detrimento da agricultura.



a) Geologia vs. desflorestamento b) Geomorfologia vs. desflorestamento
Figura 3 - Mapas de geologia e geomorfologia e suas relações com o desflorestamento na BR-174 (Manaus/AM – Boa Vista/RR).



c) Solos vs. desflorestamento

d) Formações vegetais vs. desflorestamento

Figura 4 - Mapas de solos e vegetação e suas relações com o desflorestamento na BR-174 (Manaus/AM – Boa Vista/RR).

3.3. O desflorestamento em áreas protegidas e assentamentos rurais ao longo da BR-174

O processo de desflorestamento em áreas protegidas ao longo da BR-174 ocorre mais intensamente na APA Caverna do Maroaga no município de Presidente Figueiredo/AM (Tabela 1 e Figura 5). O sistema de uso da terra neste município consiste basicamente no desmatamento de pequenas áreas de floresta primária, queima e cultivo essencialmente de mandioca por dois ou três anos consecutivos, devido os solos terem baixos teores de nutrientes e elevada acidez, classificados como Latossolo Amarelo distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo distrófico (Sousa et al., 1997). Esse fato inviabiliza a manutenção de culturas vegetais sem aplicação de nutrientes (adubos) químicos e técnicas adequadas de manejo do solo e pasto. Desta forma, a sustentabilidade temporária desse sistema condiciona os produtores a recorrerem a alternativas geradoras de renda, como a extração seletiva de madeira, provendo a intensificação do uso dos recursos naturais e desestímulo à produção, resultante da falta de perspectiva de melhoria da qualidade de vida dos produtores (Sousa et al., 1997). Em Presidente Figueiredo a extração de madeira constitui uma importante atividade para os moradores, representando uma forma de sobrevivência e uso na construção de casas (Oliveira, 2000).

A análise do desflorestamento em assentamentos rurais permitiu identificar o assentamento Anauá com maior área de floresta alterada (Tabela 2 e Figura 5). Este assentamento foi criado às margens da rodovia BR-174 em Rorainópolis/RR, um dos municípios com maior índice de desmatamento em Roraima (Figura 2). Nesta região os assentamentos promovidos pelo INCRA possuem forte relacionamento com a transformação de florestas em áreas agricultáveis e na extração de madeira.

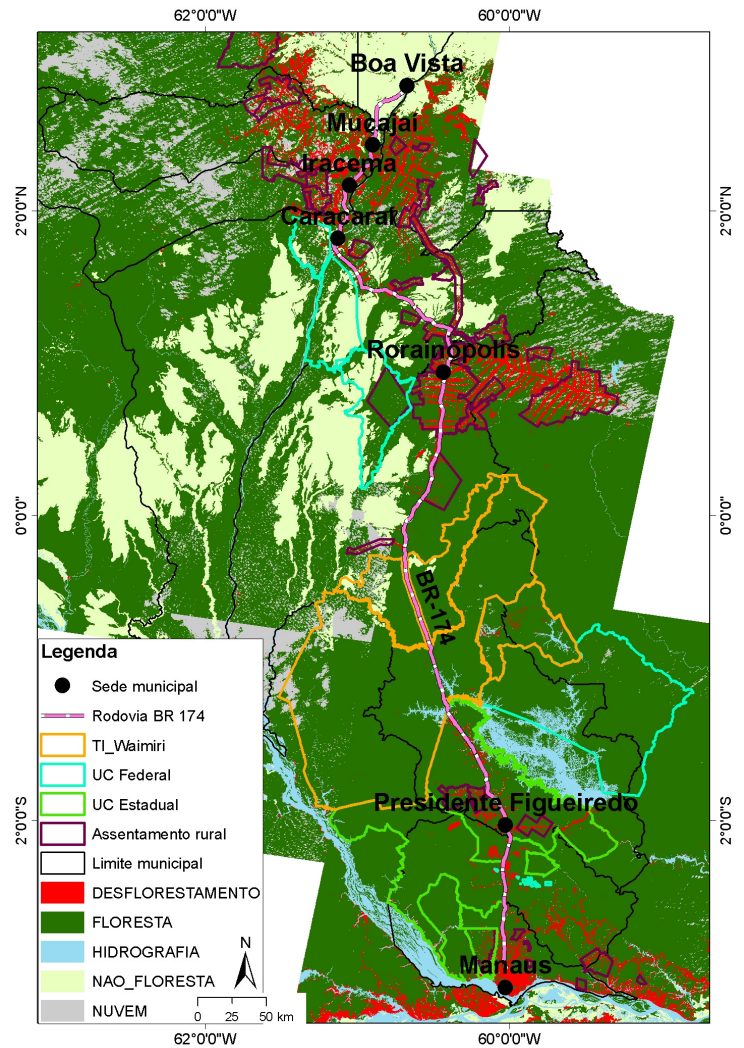


Figura 5 - Desflorestamento em áreas protegidas e assentamentos rurais ao longo da BR-174 (Manaus/AM – Boa Vista/RR).

Tabela 1 - Desflorestamento em áreas protegidas ao longo da BR-174 (Manaus – Boa Vista).

Tipo	Nome	Área total (km ²)	Desflorestamento	
			(km ²)	%
Estadual	APA Caverna do Maroaga	4.090,69	352,65	8,62
Estadual	APA Aturia-Apuauzinho	5.684,51	134,18	2,36
Estadual	APA Tarumã-Açu/Tarumã-Mirim	559,36	99,90	17,86
Federal	T,I, Waimiri-Atroari	26.762,59	83,46	0,31
Estadual	PAREST do Rio Negro	1.555,03	21,88	1,41
Federal	APA Caracarái	868,07	15,70	1,81
Federal	A,R,I,E Projeto Dinâmico Biológico de Fragmentos Florestais	31,80	6,71	21,11
Federal	RDS do Uatumã	9.383,80	1,90	0,02
Federal	APA Flona Anauá	2.594,11	0,25	0,01
Federal	PARNA Viruá	2.149,53	0,11	0,01
Estadual	Floresta Estadual do Rio Urubu	270,52	0,01	0,01

Tabela 2 - Desflorestamento em assentamentos rurais ao longo da BR-174 (Manaus – Boa Vista).

Nome	Área total (km ²)	Desflorestamento	
		(km ²)	%
PA Anauá	2187.65	810.69	37.06
PA Jatapu	1638.55	688.06	41.99
PA Samauma	496.96	147.83	29.75
PA Paredão	1180.92	106.64	9.03
PA RR-170	415.33	97.30	23.43
PA Integração	263.70	95.94	36.38
PA Iporá	288.15	81.54	28.30
PA Massaranduba	425.80	70.45	16.55
PA Japão	209.70	67.77	32.32
PA Tarumã-Mirim	430.37	58.88	13.68
PA Bom Sucesso	193.36	57.90	29.95
PA Maranhão	190.80	54.76	28.70
PA Serra Dourada	249.99	54.03	21.61
PA Uatumã	235.21	53.72	22.84
PA Equador	617.47	49.88	8.08
PA Caxias	118.58	45.16	38.09
PA São Luizão	129.07	41.94	32.50
PA Vila Nova	153.15	40.03	26.14
PA União	178.56	35.67	19.98
PA Quitauaú	77.70	31.67	40.76
PA Rio Pardo	281.91	31.53	11.18
PA Cujubim	141.94	27.40	19.31
PA Ita	100.65	18.26	18.14
PA São José	43.13	16.59	38.47
PA Jundiá	133.18	14.76	11.09
PA Vilhena	94.42	13.73	14.54
PA Rio Dias	93.04	13.04	14.01
PA Nazaré	48.28	12.98	26.89
PA Esperança	39.19	12.62	32.20
PA Santo Antonio	40.74	12.01	29.48
PA Taboca	64.76	8.11	12.52
PA Água Branca	12.75	7.76	60.86
PA Puraquequara	19.96	4.94	24.75
PA Novo Paraíso	91.47	2.43	2.66
PA Engenho	22.66	2.37	10.45
PA Futuro	697.73	0.00	0.00

Estudos enfocaram a importância das estradas no desflorestamento (Alves, 2001; 2002; Chomitz e Thomas, 2000), em razão do mesmo se concentrar e se expandir a partir dos grandes eixos rodoviários. Entretanto, pode-se afirmar que esta seria uma visão limitada do problema (bem mais complexo). Ao longo destas últimas décadas (incluindo a de 1990), houve um fluxo intenso de recursos do governo (federal, estadual e municipal) não só para investimentos em infraestrutura, mas também no financiamento das atividades produtivas (inclusive agropecuária), na formação bruta de capital fixo e para o custeio da máquina pública na região, os quais favoreceram e estimularam o crescimento de empreendimentos e da população nas áreas próximas aos grandes eixos. Nestas áreas se concentraram as indústrias e a população em geral, as quais geraram e ainda geram demandas para a agropecuária (Rodrigues, 2004).

Ferreira et al., (2005) ao analisarem o desflorestamento na Amazônia observaram que a abertura de estradas, oficiais ou ilegais, favorece o início do desflorestamento, permitem a expansão humana e a ocupação irregular de terras à exploração predatória de madeiras nobres. Em seguida, as áreas ocupadas por floresta explorada são transformadas em agricultura familiar e pastagem para criação extensiva de gado, especialmente em grandes propriedades. Segundo os autores, este processo é responsável por cerca de 80% das florestas desmatadas da Amazônia Legal.

De acordo com Hayashi et al., (2010), conter o avanço do desflorestamento e do número de estradas ilegais na região é antes de tudo um grande desafio, mas há estratégias que podem ajudar a frear essa expansão. A criação de unidades de conservação em áreas de expansão é uma delas. Nesse caso, a titulação da terra no futuro fica comprometida porque a área passa a ter uma definição fundiária. Outra estratégia é aumentar a eficácia da responsabilização dos infratores.

4. CONCLUSÃO

O estudo do processo de desflorestamento nos municípios ao longo da rodovia BR-174 no trecho entre Manaus/AM e Boa Vista/RR permitiu concluir que em termos percentuais as alterações na floresta

são pequenas. Contudo, quando analisados os valores absolutos deve-se ter atenção para as áreas desflorestadas, uma vez que em três municípios ultrapassam 1.000 km² (Mucajaí/RR, Rorainópolis/RR e Manaus/AM).

O estado de Roraima apresentou as maiores áreas com desflorestamento 4.357 km², o Amazonas ficou com 2.490,9 km². A presença da Terra Indígena Waimiri Atroari no Amazonas e em Roraima inibiu fortemente o desflorestamento. As principais atividades associadas ao desflorestamento nos dois estados são a pecuária e a extração de madeira. No Amazonas, Manaus apresenta o desflorestamento concentrado na área urbana.

A formação vegetal mais impactada pelo desflorestamento é a Floresta Ombrófila Densa, localizada em relevo suave ondulado, dissecado, onde os solos possuem baixa fertilidade e sujeitos a erosão.

Finalmente, quando comparadas alterações na cobertura florestal de áreas protegidas e assentamentos rurais, observa-se que em assentamentos o processo é mais intenso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, D.S., 2002. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazonia. *International Journal of Remote Sensing*, v. 23, pp. 2903-2908.
- Andersen, L.E.; Reis, E.J. *Deforestation, development, and government policy in the Brazilian Amazon: an econometric analysis*. n.513. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.
- Angelsen, A.; Kaimowitz, D. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. *The World Bank Research Observer*, v.14, n.1, p.73-98, 1999.
- Barbosa, R.I.; Pinto, F.S.; Souza, C.C. 2008. Desflorestamento em Roraima: dados históricos e distribuição espaço-temporal: Relatório técnico MCT, INPA, Boa Vista, RR.
- Barni, P.E. Reconstrução e asfaltamento da rodovia BR-319: efeito “dominó” pode elevar as taxas de desmatamento no sul do estado de Roraima. 2009. 136p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais). Instituto Nacional de Pesquisas

da Amazônia. Manaus.

Brandão Jr. A.O.; Souza Jr. C.M.; Ribeiro, J.G.F.; Sales, M.H.R. Desflorestamento e estradas não oficiais da Amazônia. In: *Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis: INPE, p. 2357-2364. 2007.

Câmara G.; Souza R.C.M.; Freitas, U.M., Garrido, J. 1996. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403.

Chomitz, K. M.; Thomas, T.S. 2001. *Geographic patterns of land use and land intensity in the Brazilian Amazon*. Development research group. Washington, D.C.: World Bank.

Fearnside, P.M. 2005. Desflorestamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidade*. Belo Horizonte, v.1, n.1, p.113-123.

Ferreira, L.V.; Venticinque, E.; Almeida, S. 2005. O desflorestamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados*. São Paulo, v.19, n. 53, p.157-166.

Hayashi, S; Souza Jr, C; Veríssimo, A. Desflorestamento no Pará 2010: Sistema de alerta de desflorestamento (SAD) na Amazônia. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 14/07/2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2009. Uso da terra e a gestão do território no estado de Roraima. Relatório Técnico.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2010. Cidades. Censo agropecuário 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: novembro de 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1995. Manual técnico de geomorfologia. Série manuais técnicos em geociências, n 5, Rio de Janeiro, 1995.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2011. Projeto PRODES. Monitoramento da floresta

Amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em jun. 2011.

Laurance, W.F.; Cochrane, M.A.; Bergen, S.; Fearnside, P.M.; Delamônica, P.; Barber, C.; D'angelo, S.; Fernandes, T. 2001. The future of the Brazilian Amazon. *Science*, 291: 438-439.

Macedo, M.A.; Teixeira, W. 2009. Sul do Amazonas, nova fronteira agropecuária? O caso do município de Humaitá. *Anais... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, INPE, p. 5933-5940.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2011. Dados geográficos. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em jan. 2011.

Marques, J.P.C. Pinheiro, E.S. 2011. O desflorestamento na metrópole da Amazônia Central: Manaus/AM. *Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, INPE. p.2876-2882.

Molinari; D.C.; Alves, N.S.; Donald, A.R. 2009. Notas geológico-geomorfológica da BR174: trecho Manaus – Santo Antonio do Abonari (Presidente Figueredo) – Amazonas (AM). *Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Viçosa, 18p.

Oliveira, J.A.de. 2000. Cidades na Selva. Manaus: Valer.

Reis, J.R.L.; Pinheiro, E.S. 2010. Análise do desflorestamento em uma unidade de conservação de uso sustentável na Amazônia Central. *Revista Geografia*, v. 35, n. 3, p. 623-640.

Rodrigues, R.L.V. 2004. Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal. 249 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Roraima. 2011. Governo do Estado de Roraima. Municípios. Disponível em: <http://www.portalroraima.rr.gov.br/index.php?option=com_content&task=category§ionid=14&id=35&itemid=31>. Acesso: abril de 2011.

Silva, A.R. 2006. Sistema de produção do carvão vegetal em duas áreas da estrada AM-010,



Amazonas. 29p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Amazonas UFAM, Manaus.

Sousa, G.F.; Guimarães, R.; Sousa, N.R.; Nunes, J.S.; Lourenço, J.N.P.; Normando, M.C.S. 1997. Agrossistemas alternativos para produtores de agricultura migratória em Presidente Figueiredo, Amazônia. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 25p.

Sotchava, V.B. 1978. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. *Biogeografia*, 13. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. (Comunicação apresentada na Reunião do Setor de Problemas Físico-Geográficos Complexos, em 9 de fevereiro de 1972).

Souza, C.G. *Solos*. In: Ross, J.L.S. (org.). 1996. Geografia do Brasil. São Paulo: Edusp.

Troppmair, H. 2008. *Biogeografia e meio ambiente*. 8. ed. Rio Claro: Divisa.

Venticinque, E.M.; Carneiro, J.S.; Moreira, M.P.; Ferreira, L. 2007. O uso de regressão logística para espacialização de probabilidades, Megabiodiversidade, v.3, n.1-2, p. 26-37.

Viana, J.S.; Fonseca, M.G. 2009. Expansão de estradas e desflorestamento em unidades de conservação do município de Belterra, Pará. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, INPE, p. 1573-1579.

APLICAÇÃO DO MODELO SWAT PARA ESTUDO DE CENÁRIOS HIPOTÉTICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DOS NAMORADOS NO CARIRI PARAIBANO

STUDY OF HYPOTHETICAL SCENARIOS IN THE RIACHO DOS NAMORADOS WATERSHED IN CARIRI PARAIBANO USING SWAT MODEL

José Guimarães de Carvalho Neto

Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico, Nível B, Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
ze.ambiental@gmail.com

Vajapeyam Srirangachar Srinivasan

Professor Visitante Nacional Sênior, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru
vajapeyam@yahoo.com

Iana Alexandra Alvez Rufino

Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB
iana_alex@uol.com.br

RESUMO

Utilizam-se modelos hidrossedimentológicos para aquisição de informações pertinentes para o planejamento e o gerenciamento de recursos hídricos. A elaboração de cenários, sejam realistas ou hipotéticos, sem alto custo e tornando possível o estudo das diferentes respostas dos processos hidrológicos são uma grande vantagem dos modelos computacionais. O modelo hidrossedimentológico SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) foi utilizado na simulação da bacia hidrográfica do Riacho dos Namorados proporcionando a investigação de quatro diferentes cenários. Os cenários vislumbravam toda a área com a cobertura análoga a caatinga, algaroba, milho e solo exposto. A simulação do quadro atual, com diversas coberturas do solo e a presença de quatro açudes, é exibida para fins de comparação. A simulação com o modelo SWAT ofereceu resultados coerentes nos processos de escoamento superficial e aporte de sedimentos, assegurando a sua eficiência e enaltecendo a importância do estudo de cenários nos processos decisórios.

Palavras-chave: simulação hidrossedimentológica, investigação de cenários e SWAT (*“Soil and Water Assessment Tool”*).

ABSTRACT

Hydrosedimentological models are used for the acquisition of relevant information for planning and management of water resources. The elaboration of scenarios, either realistic or hypothetical, without high cost and making possible the study of the different hydrological processes results are a great advantage of computational models. The hydrosedimentological model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) was used in the simulation of the “Riacho dos Namorados” watershed allowing the investigation of four different scenarios. The scenarios have glimpsed all the area considering the entire basin area subject to different usages, namely, the native vegetation “Caatinga”, reforestation with “algaroba” (mesquite), cultivation of corn and bare soil. The results have been compared in terms of runoff generation and soil erosion among each other and with the actual situation in the basin of diverse soil uses and the presence of four storage dams. The simulation with the model SWAT provided consistent results in runoff and soil erosion, ensuring its effectiveness and highlighting the importance of the study of scenarios in decision making.

Keywords: hydrosedimentological simulation, investigation of scenarios and SWAT.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de modelos matemáticos capazes de representar os processos físicos de um sistema, gerando informações não comumente disponíveis, é de grande importância nos processos da tomada de decisão. Um sistema pode ser entendido como “qualquer engenho que responde, através de uma saída, a uma entrada” (Tucci, 2005). Diante disto, existem os modelos matemáticos capazes de simular os processos hidrossedimentológicos através da formulação de diversas equações que configuram o fluxo de água e dos sedimentos em uma bacia hidrográfica.

A utilidade de um modelo hidrológico, de acordo com Klemes (1986), deve estar na sua capacidade de sintetizar informações hidrológicas necessárias em uma tomada de decisão, dentro do escopo do gerenciamento e planejamento de recursos hídricos. Estas informações tratam, entre outros aspectos, da estimativa do escoamento superficial, a vazão líquida do canal principal e a produção de sedimentos associados a um ou mais eventos de precipitação. A simulação da perda de solo proporciona o planejamento conservacionista (preventivo) para seu controle (James e Gurges, 1982). Simular diferentes cenários do uso e ocupação da terra torna possível analisar a influência das diferenças de cobertura sobre os processos hidrossedimentológicos, e verificar qual a melhor medida a ser tomada para solução de um determinado problema. Estudos destes tipos podem ser realizados de forma rápida e sem elevado custo, conquanto existam os dados básicos de entrada, tornando esta uma das principais vantagens do modelo enquanto ferramenta de trabalho na hidrologia (Machado, 2002).

É notória a influência da cobertura do solo nos processos hidrológicos (Tucci, 1997), de maneira que o conhecimento do efeito da variação da cobertura realmente contribui para a minimização da produção sobre o movimento da água e do transporte de sedimentos é fundamental no manejo de uma bacia hidrográfica (Kuhnle et al, 1996). Observa-se que o escoamento superficial é atenuado pela existência de vegetação (Tucci, 1997; Refosco e Pinheiro, 1999; Srinivasan et al, 2003), inclusive promovendo maior proteção do solo contra a erosão. A proteção do solo toda a área com a monocultura da cana de açúcar. Os resultados de Minoti (2006) mostraram que a superficial, devido a obstáculos como raízes e caules, vegetação nativa proveu uma elevada proteção do

e do aumento da infiltração de água no solo - facilitada pela vegetação (Srinivasan et al, 2003). Sendo assim, modelos hidrológicos que trabalham de forma integrada a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) favorecem ao estabelecimento de cenários alternativos, para qualquer tempo, em uma determinada bacia – ainda com baixo custo e de forma rápida (Grigg, 1996). Esta integração permite também a visualização espacial da distribuição dos resultados dos processos hidrológicos.

Segundo Ferraz (1999) a integração entre modelos hidrológicos e SIG é algo irreversível, sendo possível encontrar na literatura trabalhos de revisão que datam no início da década de 90 (DeVantier e Feldman, 1993). Dentre os diversos modelos hidrossedimentológicos, o SWAT destaca-se com amplo uso no mundo (Gassman, 2007), e mesmo no Brasil (Neto, 2011), devido a sua integração eficiente com o SIG.

Machado (2002) aplicou o modelo SWAT na microbacia do Ribeirão Martins, em localizada no município Piracicaba, São Paulo, para o uso atual e outros dois diferentes cenários que diferenciavam entre si pela consideração de áreas de preservação permanente pelo Código Florestal até então vigente: o primeiro cenário considerava apenas a mata ciliar e o segundo levava em conta áreas íngremes com a existência de vegetação nativa. Como resultado, Machado (2002) verificou que a produção de sedimentos é mais significativa no quadro atual, com sutil diferença apresentada pelo primeiro cenário, enquanto que o segundo cenário apresentou uma elevada proteção do solo contra o processo de erosão. Em consonância com este trabalho, Marchioro (2008) avaliou o uso atual do solo Bacia do Córrego Santa Maria, no município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro, sob as condições do Código Florestal Brasileiro e constatou que as colocações de preservação da legislação

Na sua tese, Minoti (2006) trabalhou com a microbacia hidrográfica do Ribeirão das Guabiobas, no município de Luiz Antônio, São Paulo, considerando o uso referente ao período de trabalho, além do cenário hipotético da vegetação nativa e com proteção do solo contra a erosão. Os resultados de Minoti (2006) mostraram que a superficial, devido a obstáculos como raízes e caules, vegetação nativa proveu uma elevada proteção do

solo, com um resultado muito baixo da produção de sedimentos, ao passo que o cenário da cobertura do solo com cana-de-açúcar promoveu as maiores perdas de solo.

Uzeika (2009) executou o modelo SWAT na bacia hidrográfica de Arvorezinha, no Rio Grande do Sul, para três diferentes cenários: vegetação nativa, condição de uso do solo para o ano de 2006 e no terceiro cenário diferenciou-se do anterior pela técnica de manejo do solo. Os resultados mostraram que o escoamento superficial foi pouco sensível ao segundo e terceiro cenários, porém o segundo cenário apresentou uma produção de sedimentos cerca de 40% superior. Os resultados de Uzeika (2009) mostraram que as práticas de manejo do solo são importantes como medidas de controle de erosão – bem como assegurou a assimilação do modelo com respeito a práticas de conservação. O primeiro cenário não apresentou volumes significativos de escoamento superficial, tampouco de produção de sedimentos. Arabi et al (2008) avaliou as respostas de sete práticas de manejo do solo na agricultura, na parte alta da bacia, e três técnicas de coberturas de canal em uma pequena bacia (7,3 km²) frente à produção de escoamento superficial, sedimentos, nutrientes e pesticidas. Seus resultados tornaram possível a observação da sensibilidade do modelo perante os diferentes manejos, e com isto apontar as melhores práticas para a conservação do solo.

Dito isto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o escoamento superficial e a produção de sedimentos para diferentes cenários de cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Riacho dos Namorados, no sertão paraibano, com o modelo SWAT, identificando os aspectos mais significativos entre os cenários. Os cenários definidos tratam de situações alternativas de manejo de toda área da bacia com vegetação nativa, reflorestada com uma espécie exótica, com o avanço na monocultura e total desmatamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e aplicação do modelo

A bacia do Riacho dos Namorados (BRN) possui uma área aproximadamente 13,5 km², entre os quais 3,3 km² correspondem a Bacia Experimental de São João do Cariri (BESJC) operada pelas universidades federais da Paraíba e de Campina Grande. A BRN apresenta clima semi-árido, com chuvas concentradas em um quadrimestre, solos rasos,

subsolo derivado do embasamento cristalino, vegetação de caatinga, relevo ondulado (Paiva, 2008) e altitude entre 480 a 540 m (Paes-Silva, 2002). Foi caracterizada como representativa da região de Cariri Paraibano e possui diversas unidades experimentais (Srinivasan et al, 2004). A figura 1 ilustra a área da BRN e as sub-bacias experimentais.

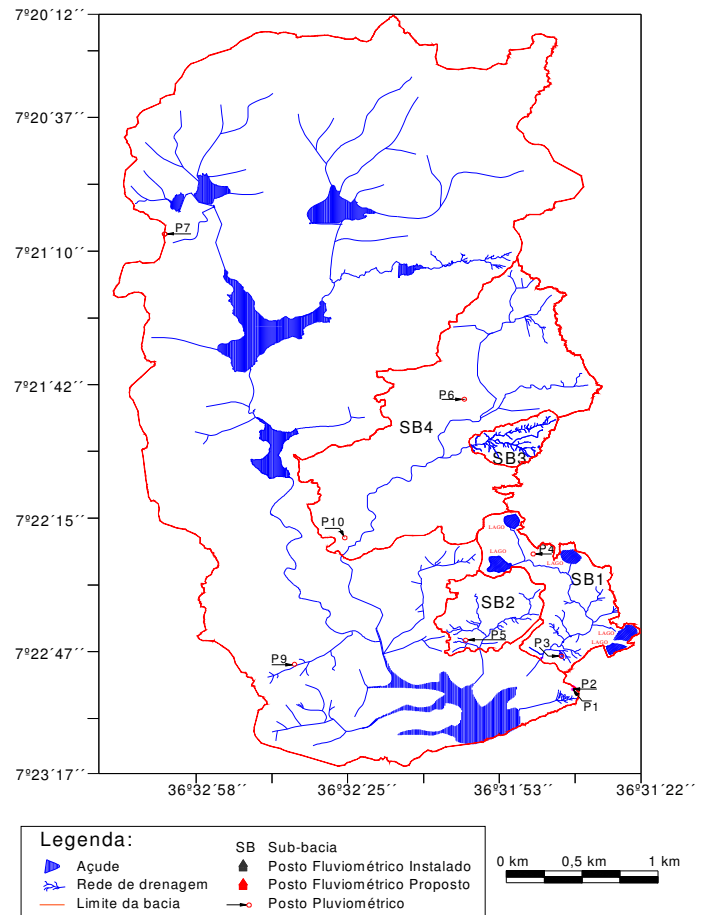


Figura 1 - Localização e delimitação das Sub-Bacias 1 e 2 inseridas na BESJC (*Datum*: WGS 84)

O solo na área da bacia é raso e o subsolo é derivado do embasamento cristalino (Chaves et al, 2002). Dentre as manchas de solos encontradas na área da bacia poderão ser citados as seguintes: Luvissole Crômico Vértico - TC (Bruno Não-Cálcico Vértico), o Vertissolo Cromado Órtico - VC (Vertisol) e o Neossolo Lítico - RL (Solo Litólico), ocorrendo em 55,6, 22,4 e 7,9% da área, respectivamente. Ocupando áreas menores, ocorrem os Cambissolo Háplico - CX (Cambisol), Neossolo Flúvico - RU (Solo Aluvial), Planossolo Háplico - SX (Planosol Solódico) e Afloramentos de rocha associados a Neossolo Lítico. Para a simulação, a mancha de Neossolo Flúvico foi associada ao Neossolo Lítico, enquanto que área do Planossolo

Háplico foi aglutinada junto ao Luvissole Crômico Vértico.

O banco de dados do modelo requer informações quanto as características físico-hídricas do solo, tais quais textura, número de camadas e suas respectivas profundidades, capacidade de campo, condutividade hidráulica e o fator de erodibilidade. Uma única média de dados de textura do solo coletados em campo foi atribuída para o Luvissole e o Vertissolo. Enquanto que as texturas referentes ao Cambissolo e ao Neossolo foram extraídas do Levantamento Exploratório de Solos do Estado da Paraíba (Ministério da Agricultura, 1972). A quantidade de água disponível foi estimada segundo Salter e Williams (1967/1969), enquanto que a condutividade hidráulica foi atribuída o valor adotado por Santos (2008). O fator de erodibilidade do solo foi calculado em função da textura, conforme método de Williams (1995)

A topografia do terreno foi representada pelo GDEM versão 2 (*Global Digital Elevation Model*) originado pelo satélite Terra, através de seu sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), com resolução de 30 metros. Não foram encontrados problemas operacionais quanto a utilização deste modelo digital de elevação (MDE), de modo a prejudicar o processo de simulação com o modelo SWAT ou mesmo a delimitação executada pela interface ArcSWAT, de tal modo que o MDE. Machado (2002) indica que o trabalho em pequenas bacias deve trabalhar com MDE com resolução entre 10 a 30 metros, de modo que, estima-se, a resolução de 10 metros é mais apropriada para a modelagem em questão.

Os cenários considerados além do uso atual do solo na bacia tratam de quatro situações distintas tratando de toda a área da BRN:

- Cenário 1: cobertura vegetal sendo da caatinga, simulando uma situação sem ações antrópicas;
- Cenário 2: situação na qual haja o reflorestamento total da área com algaroba (*Prosopis juliflora*);
- Cenário 3: o avanço da monocultura de milho sobre toda a área da BRN, e
- Cenário 4: quadro de total desmatamento, com o solo exposto.

Pela inexistência da vegetação caatinga e a algaroba no banco de dados da interface ArcSWAT,

considerou-se como equivalentes a “*range brush*” e a “*honey mesquite*” respectivamente. Isto foi realizado uma vez que diversos os parâmetros são necessário para caracterizar uma cultura, de tal modo que realizar uma pesquisa detalhada para destes levaria bastante tempo e, pode ser considerado, como um trabalho a parte. A “*range brush*” trata de uma vegetação nativa do estado do Texas, nos Estados Unidos, semelhante a caatinga. Por outro lado, “*honey mesquite*” trata da espécie “*Prosopis glandulosa*”, inserida no mesmo gênero da algaroba, cujo nome científico é “*Prosopis juliflora*”. Assim, realizou-se a parametrização das variáveis que mais influenciam nos processos de escoamento superficial e erosão de sedimentos, apontadas no trabalho de Lenhart et al (2002), ajustando seus valores para maior verossimilhança com a vegetação local.

Lenhart et al (2002) verificou através de uma análise de sensibilidade, utilizando o modelo SWAT, os parâmetros referentes ao banco de dados dos vegetais o índice de área foliar (BLAI), altura da copa (CHTMX) e profundidade da raiz (SOL_ZMX) como sendo bastante influentes no escoamento superficial e no aporte de sedimentos. Com isto, buscou-se definir tais parâmetros na analogia realizada. As raízes das espécies foram estipuladas para a profundidade da última camada do solo. Neto (2009) indicou o índice de área foliar média da catingueira como sendo de 3,5 m²/m². A altura máxima que esta espécie pode chegar é de 6 m. Por outro lado, o índice de área foliar para a algaroba foi encontrado no trabalho de Fleming (2003) com o valor de 1,04 m²/m². A altura máxima atribuída para esta espécie foi de 12 m.

Para o cultivo de milho foram utilizados diretamente os valores já encontrados no banco de dados. A simulação com solo exposto foi realizado através do recurso já oferecido pela interface, que possibilita editar práticas de manejo da cultura e no presente caso, executou-se esta alternativa no caso de milho.

O modelo SWAT considera que há três caminhos possíveis quando a água percola através da última camada do solo: recarregar o aquífero raso ou o profundo, e estar disponível para o processo de REVAP. Tendo em vista que na área de estudo não há aquífero algum, toda a água foi direcionada, através do ajuste de coeficientes, para o processo de REVAP. Este processo visa considerar áreas nas

quais a zona saturada encontra-se próxima à superfície, de tal modo que a água ascende por capilaridade ou é retirada por raízes profundas estando novamente disponível para transpiração das plantas ou para a evaporação do solo (Neitsch et al, 2005).

Os dados de precipitação, evapotranspiração potencial, lâmina escoada e produção de sedimentos foram coletados durante a execução de diversos projetos como IBESA (Srinivasan et al., 2004) e BEER – Bacias Experimentais e Representativas (www.hidro.ufcg.edu.br/beerufcg) desenvolvidos na BESJC. Dados climáticos obtidas na estação climatológica foram fornecidos ao gerador climático WXGEN (Sharpley e Williams, 1990) visando a geração de dados diários para a simulação.

O modelo SWAT necessita de um período de aquecimento inicial para estabilizar as condições na bacia para simulação. Em alguns trabalhos foi adotada a prática de duplicação dos três primeiros anos de simulação e assim, visando o aquecimento do modelo nos primeiros três anos (Peterson e Hamlet, 1998; White e Chaubey, 2005; Olivera et al, 2006; Cibirin et al, 2010). O mesmo procedimento foi adotado nas simulações deste trabalho. No período de dados disponíveis, entre 1988 a 2006, seus três primeiros anos foram sequencialmente duplicados e os resultados obtidos nos primeiros três anos descartados nos cálculos das médias. O período de aquecimento do modelo visa estabilizar as condições iniciais da umidade do solo.

No processo de delimitação da bacia foi definida a área de contribuição mínima para formação do canal em 10 ha. E para uma melhor definição das URH, foram utilizados cinco intervalos de declividade: de 0 a 4%, de 4% a 6%, de 6% a 8%, de 8% a 12% e acima de 12%. A presença dos açudes na BRN foi considerada na simulação pelo uso atual do solo. Maiores detalhes sobre a alimentação de dados para o modelo SWAT podem ser encontradas na dissertação de Neto (2011).

Pelo exposto, o presente trabalho consistiu na execução do modelo, simulando todo o período disponível de dados climáticos para a situação atual e os quatro diferentes cenários já mencionados. A geração dos resultados com valores médios para todo o período pode desvirtuar a análise de alguns anos atípicos. Por este motivo, selecionaram-se dois anos específicos, o de 1994 e de 2004, visando vislumbrar

a distribuição temporal da média de precipitação local, em torno de 500mm: o primeiro ano com chuva distribuída ao longo do ano enquanto que no segundo ocorre cerca de 95% da precipitação anual em três meses. A análise dos resultados buscou identificar as diferenças entre os cenários na geração do escoamento superficial e produção de sedimentos, através de mapas temáticos e tabelas comparativas para verificar de maneira qualitativa e quantitativa a influência do uso e manejo do solo.

2.2 O modelo SWAT

O modelo SWAT (*“Soil And Water Assessment Tool”*) vem se destacando devido a sua versatilidade em trabalhar acoplado a um Sistema de Informações Geográficas, sendo amplamente utilizado. Este modelo considera os componentes climatológicos, hidrológicos, erosivos, crescimento vegetal, do manejo agrícola e da propagação de nutrientes e pesticidas utilizando como dados de entrada mapas temáticos do tipo e cobertura do solo, além de um modelo digital de elevação (Dhar e Mazumdar, 2009). Com base física e lidando com diversos eventos de maneira contínua no tempo, o modelo SWAT simula considerando as características espaciais da bacia hidrográfica, de modo que seus resultados podem ser visualizados utilizando a ferramenta SIG (Neitsch et al, 2005).

Através do uso do Método de Curva Número (CN), o modelo estima o escoamento superficial relacionando-o com as características da cobertura do solo e tipo do solo. A produção de sedimentos é estimada pela Equação Universal de Perda do Solo Modificada (EUPS-M) e a propagação dos sedimentos na calha fluvial é feita utilizando a Teoria da Potência do Fluxo, de Bagnold (1977). A EUPS-M possui o fator de escoamento superficial, estimado para cada evento de precipitação, e considera características referentes ao solo, cobertura vegetal e manejo além da topografia do terreno.

Os dados de entrada para o modelo são mapas que tratam do tipo de solo, a cobertura do solo e a topografia do terreno. A utilização de um MDE é o meio pelo qual a topografia do terreno é fornecido ao modelo. Este dado é de grande importância em todos os aspectos da simulação. Dito isto, a maior parte dos dados de entrada podem ser adquiridos diretamente por sensoriamento remoto (o que representa um

grande avanço na modelagem hidrológica das grandes bacias), mesmo que permaneça a necessidade de parametrização dos valores característicos do solo e da cobertura do solo.

É utilizada a interface ArcSWAT (Winchell et al, 2007) para estabelecer a conversão dos dados de entrada em informações para execução do modelo, possuindo um amplo banco de dados referente a várias coberturas do solo com diversos parâmetros *default*. A interface ArcSWAT também é responsável pelo processo de delimitação da bacia e estabelecimento das Unidades de Respostas Hidrológicas (URH). As URH são áreas que apresentam condições homogêneas da combinação de cobertura e tipo de solo obedecendo ainda um intervalo de classe de declividade adotado pelo usuário, na qual o modelo SWAT promove a simulação dos processos na bacia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo dos resultados de simulações com o uso atual e os 4 cenários está apresentada na Tabela 1. A coluna de título “uso atual” trata do quadro real da bacia, que conta com a existência de várias coberturas do solo (plântio de algaroba e milho, além de vegetação nativa com predominância arbustiva e rasteira) e de quatro açudes. A influência dos açudes reside principalmente como obstáculo para fluxo do escoamento superficial e transporte de sedimentos, de tal modo que a carga de sedimentos que alcança o exutório é bem inferior aos demais cenários. A área do espelho d’água promove uma redução na geração no escoamento superficial e erosão do solo, haja vista que parte da precipitação incide diretamente sobre o reservatório, que promove a evaporação na taxa potencial o ano todo.

O cenário 2, de reflorestamento com algaroba, apresenta a situação da maior proteção contra erosão do solo, enquanto que o cultivo do milho, o cenário 3, é apenas melhor do que o solo exposto. Desde já, este resultado é bastante interessante, pois a conservação da vegetação nativa em toda bacia (cenário 1) não resultou efetivamente como a melhor alternativa da conservação do solo. Em consonância temos a geração de escoamento superficial consistente com a cobertura do solo em que o cenário 4 apresentou a maior geração, seguido dos cenários 3, 1 e 2. Os valores médios anuais da

geração de escoamento superficial, da erosão de sedimentos e da produção de sedimentos (que alcança o exutório da bacia) apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Valores das médias anuais dos resultados da simulação entre o período de 1988 a 2006

Média Anual	Uso atual	Cenário 1 (vegetação nativa)	Cenário 2 (reflorestamento com algaroba)	Cenário 3 (monocultura de milho)	Cenário 4 (solo exposto)
Escoamento Superficial (mm)	32,69	33,17	31,49	52,39	58,86
Erosão de Sedimentos (ton/ha)	5,482	5,966	3,167	10,183	18,889
Produção de Sedimentos (ton)	32,86	45,18	42,44	76,3	82,44

Os resultados expostos na tabela 1 evidenciam que o cenário 1 promoveu uma perda de solo de aproximadamente o dobro frente ao cenário 2. Esta proporção não se encontra na geração do escoamento superficial, cuja diferença nos resultados é bastante sutil (de cerca de 5%). Enquanto que a carga de sedimentos apresenta uma redução de 6%, aproximadamente 2,7 toneladas, na média anual do cenário 1 para o 2.

No que diz respeito aos cenários 3 e 4 a fragilidade do solo, propensa a erosão, é marcante. O cultivo de milho em muito pouco promove proteção contra a perda de solo. Isto é evidenciado por uma comparação direta com a “*range brush*”, do cenário 1. Como era de se esperar, o cenário 4, de solo exposto, promoveu uma intensa taxa de perda do solo. A geração de escoamento superficial no cenário 3 sendo apenas 11 % inferior do que no cenário 4, enfatiza a baixa influência desta cobertura vegetal sobre o processo de geração do escoamento superficial. Ao passo que o processo da erosão do solo demonstrou grande sensibilidade com o uso do solo nos diferentes cenários.

As diferenças nestes processos, de geração de escoamento superficial e produção de sedimentos, são uma reflexão dos valores dos parâmetros Curva Número e o Fator de Cobertura do Solo (Fator C – da EUPS-M) – obtidos diretamente no banco de dados inseridos na ferramenta ArcSWAT para as culturas. O parâmetro CN busca agregar informações quanto as características físicas do solo e da sua cobertura, e seu valor entre 1 e 100 é determinado diariamente pelo modelo SWAT (considerando as condições de

umidade antecedentes). O limite inferior representa um solo totalmente permeável, e o limite superior, um solo totalmente impermeável (Neitsch, 2005). Por outro lado, a EUPS-M trata da influência direta de seis fatores: fator do escoamento superficial, da susceptibilidade a erosão do solo, das condições topográficas da área, da proteção do solo estimada pela sua cobertura, da existência de práticas de manejo de culturas e que considera a existência afloramento rochas. Sendo assim, o que se observa é que quatro destes fatores são comuns entre os cenários, e diferenças ocorrem com a geração de escoamento superficial e no fator de cobertura do solo (Fator C). O Fator C varia de zero, para um solo totalmente protegido, a 1, para um solo desprotegido.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros CN e Fator C para as diversas coberturas do solo.

Média Anual	Cenário 1 (vegetação nativa)		Cenário 2 (reflorestamento com algaroba)		Cenário 3 (monocultura de milho)		Cenário 4 (solo exposto)	
	1994	2004	1994	2004	1994	2004	1994	2004
Escoamento Superficial (mm)	17	94	15,9	84,95	30,7	133,6	34,0	144,0
Erosão de Sedimentos (ton/ha)	3,2	19,5	2,13	11,06	6,1	29,8	8,8	36,5
Produção de Sedimentos (ton)	23,3	111,5	23,52	96,12	35,	179,6	43,8	216,0

A proximidade da geração de escoamento superficial entre os cenários 1 e 2 se dá, principalmente, pelo valor de CN de 77 para ambos. Há ainda outros parâmetros de menor influência na geração do escoamento superficial, pois tratam do suprimento de água para a planta a partir do crescimento vegetal ou mesmo da perda de água por transpiração. Por outro lado, o Fator C para “*honey mesquite*”, correspondendo a algaroba, é de 0,001 enquanto que a “*range brush*” é de 0,003, o que corresponde a caatinga. Esta superioridade da cobertura proporcionada pela algaroba é o que proporcionou a melhor proteção do solo no cenário 2 em comparação com o cenário 1. Os resultados obtidos, diante de tais dados de entrada, não devem ser vistos como uma justificativa para promover o reflorestamento do semi-árido com a algaroba, pois além da preservação do solo contra erosão, vários outros fatores ambientais e sócio-econômicos devem considerados na adoção das práticas do manejo do uso do solo em bacias hidrográficas.

Para o cultivo de milho, CN e o Fator C, têm

valores de 83 e 0,2, respectivamente. O que significa uma maior propensão à geração do escoamento superficial bem como a superfície de um solo menos protegido. Devido a esta combinação, a erosão do solo foi intensa no cenário 3, sendo apenas inferior ao cenário no qual o solo estava totalmente exposto. O cenário 4, utilizando diretamente como uma opção no cenário 3, serve para ilustrar as conseqüências serias da perda de solo devido ao desmatamento da vegetação nativa na referida bacia.

A carga de sedimentos que alcança o exutório depende do escoamento superficial, pois este é a única fonte de alimentação da calha fluvial. Sendo assim, os cenários que promovem maiores escoamentos superficiais, irão, em via de regra, promover uma maior carga de sedimentos transportados..

Os anos de 1994 e 2004 diferenciam-se entre si pela distribuição da chuva, pois o total precipitado anual foi bastante próximo – em torno de 500 mm. Contudo o ano de 1994 tem a precipitação bem distribuída ao longo de vários meses, enquanto o ano 2004 apresenta 84% de sua precipitação concentrada nos meses de Janeiro e Fevereiro. Diante disto foi realizada uma simulação destes dois anos individualmente para uma análise comparativa. A tabela 3 apresenta os resultados das médias anuais dos resultados dos processos de escoamento e erosão do solo.

Tabela 3 - Valores das médias anuais dos resultados da simulação para os anos de 1994 e 2004

Parâmetros	<i>Range Brush</i>	<i>Honey Mesquite</i>	Milho
Curva Número	77	77	83
Fator de Cobertura do Solo	0,003	0,001	0,2

Ao se comparar em um mesmo cenário para os dois anos simulados, verifica-se, na tabela 2, que o clima semi-árido bem representado pelo ano de 2004, com a concentração da precipitação em um curto espaço de tempo, promove uma maior erosão do solo. Esta é uma constatação bastante alarmante, pois se trata da característica da região. Tratando da comparação entre cenários, percebe-se o ano de 1994 representando uma boa distribuição da precipitação anual durante vários meses, apresenta uma diminuição significativa de tanto do escoamento superficial, quanto a erosão do solo. Enquanto a menor erosão do solo é bem vinda, é possível que a

diminuição do escoamento agrave ainda mais os problemas com a escassez de água no semi-árido no período de estiagem. Contudo, constata-se no ano de 2004 que os resultados apresentam uma maior disparidade. Estes resultados servem como indicativo da importância da seleção do período bem representativo para simulação e como conclusões equivocadas podem resultar com simulações de curtos períodos não representando condições médias de longo prazo. Observa-se que no período de 1988 a 2006, seis anos apresentaram a precipitação total anual inferior a 300 mm.

A integração com o SIG favorece a confecção de mapas temáticos. Tais mapas servem de apoio para visualização da distribuição espacial dos efeitos das práticas adotadas na bacia. As figuras 2 e 3 apresentam a distribuição espacial dentro da bacia da erosão do solo nos meses de janeiro e março de 2004 respectivamente.

A figura 2 apresenta um quadro de maior perda do solo em janeiro de 2004 comparado com a de março de 2004 na figura 3. Pela figura 2 percebe-se que em quatro sub-bacias bem definidas houve perda de solo entre 12,1 a 16 ton/ha no cenário 1, enquanto o máximo de perda no cenário 2, em apenas duas sub-bacias, foi de entre 8,1 e 12 ton/ha. Os cenários 3 e 4 confirmam os resultados alarmantes, com diversas sub-bacias apresentando perdas de solo superior a 16,1 ton/ha. Por outro lado, na figura 3, a baixa precipitação resultou em processos erosivos significativos apenas nos cenários 3 e 4, com os cenários 1 e 2 apresentando erosão do solo inferior a 2 ton/ha. Com estas visualizações dos resultados, é possível identificar logo as sub-bacias mais suscetíveis aos processos de erosão e, assim, buscar as medidas corretivas necessárias. Verificou-se que as quatro sub-bacias que possuem a maior susceptibilidade a perda de solo (Figura 3 D) apresentam declividades altas, superior a 12%, em mais de 30% de sua área, bem como da presença do Neossolo – solo que apresentou o maior Fator de Erodibilidade entre os existentes na área. Em suma, a Tabela 4 apresenta a espessura média da superfície do solo perdido no período entre 1988 a 2006.

Tabela 4 - Perda de solo por erosão nos diferentes cenários no período entre 1988 a 2006

Cenário	Perda de Solo (mm)
1	0,362
2	0,192
3	0,617
4	1,145

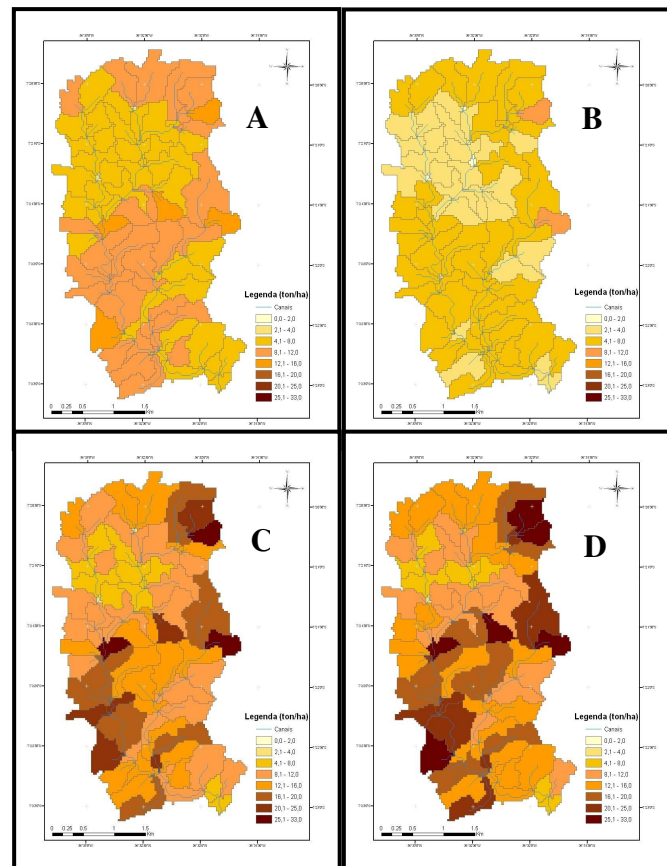


Figura 2 - Mapa do aporte de sedimentos para Janeiro de 2004, com precipitação acumulada de 273 mm, no cenário 1 (A), no cenário 2 (B), no cenário 3 (C) e no cenário 4 (D).

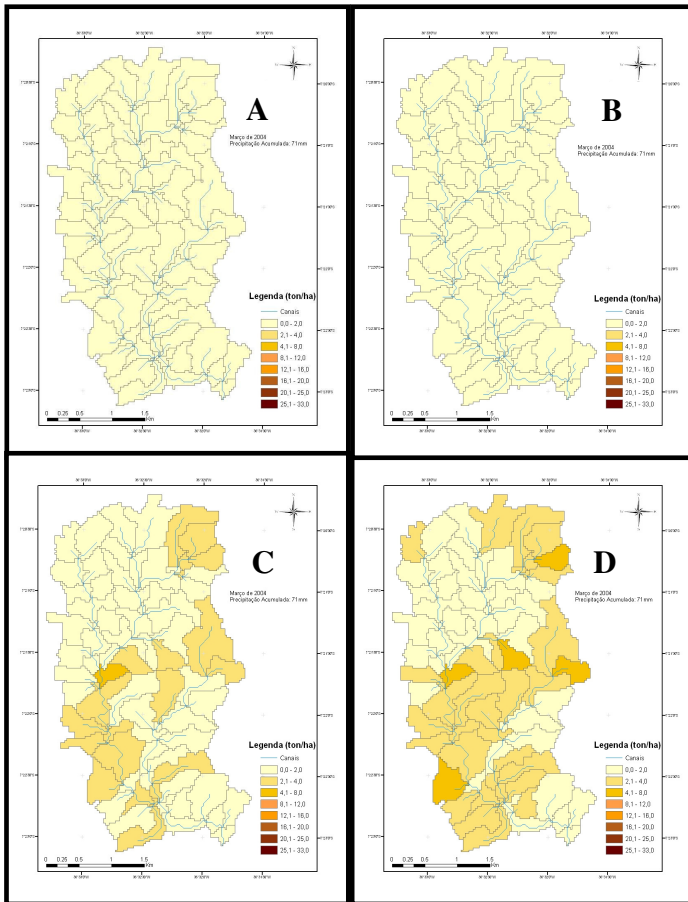


Figura 3 - Mapa do aporte de sedimentos para Março de 2004, com precipitação acumulada de 71 mm, no cenário 1 (A), no cenário 2 (B), no cenário 3 (C) e no cenário 4 (D).

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo com o modelo SWAT levam às seguintes conclusões:

1. A integração entre a ferramenta SIG e o modelo SWAT promove uma maior versatilidade na modelagem hidrológica das bacias hidrográficas;
2. A simulação dos cenários permite uma avaliação objetiva das consequências dos processos hidrossedimentológicos, tornando possível a constatação da influência da cobertura vegetal, o tipo do solo e as práticas do manejo na geração do escoamento superficial e produção de sedimentos;
3. Foi verificado, através das simulações, que o reflorestamento com algaroba proporcionaria um maior grau de conservação do solo, superando inclusive a vegetação nativa – a caatinga. Enquanto que o cultivo do milho apresentou uma elevada degradação do solo, sendo melhor, apenas, que o solo totalmente exposto;

4. Torna-se evidente a atenção com o período utilizado na simulação, em especial no clima semi-árido que apresenta regime pluviométrico bastante particular e,

5. Os mapas gerados da saída dos resultados, pelo sistema, das simulações permitem uma visualização global e da distribuição espacial dos resultados de forma qualitativa bastante eficiente. Assim, torna-se possível identificar rapidamente áreas com grandes riscos de erosão e tomar as medidas preventivas necessárias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arabi, M; Frankenberger, J. R.; Engel, B. A.; Arnold, J. F. (2008). Representation of agricultural conservation with SWAT. *Hydrological Processes*. V. 22, p. 3042-3055.
- Banold, R. A. (1977). Bedload transport in natural rivers. *Water Resources*, V. 13, p. 303 – 312.
- Chaves, L.H.G.; Chaves, I.B.; Vasconcelos, A.C.F. (2002). Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do açude Namorados. BNB/UFPB. 114 p.
- Cibin, R.; Sudheer, K. P.; Chaubey, I. (2010). Sensitivity and identifiability of stream flow generation parameters of the SWAT model. *Hydrological Process*, V. 24, p. 1133-114.
- Devantier, Bruce A., Feldman, Arlen D. (1993). Review of GIS Application in Hydrologic Modelling. *Journal of Water Resources Planning and Management*. Volume 119, Nº 2.
- Dhar, Sujana; Mazumdar, Asis (2009). Hydrological modelling of the Kangsabati river under changed climate scenario: case of study in India. *Hydrological Processes*, Vol 23, 2394 – 2406 pp.
- Ferraz, F. F. B.; Milde, L. C. E.; Mortatti, J. (1999). Modelos hidrológicos Acoplados a Sistemas de Informação Geográficas: Um Estudo de Caso. *Revista de Ciência e Tecnologia*. Vol 14, 45-56 pp.
- Fleming, P. M.; Antonino, A. C. D.; Pimentel, R. M.; Lira, C. A. B. O.; Alves, G. D.; Cabral, J. J. S. P. (2003). Transpiração em Plantas de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) Dc.) Cultivadas no Semi-Árido Nordeste. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Vol. 8, nº 4, 25-30 pp.

- Gassman, P. W.; Reyes, M. R.; Arnold, J. G. (2007). The Soil and Water Assessment Tool: Historical Development, Applications, and Future Research Directions. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Vol. 50(4): 1211-1250.
- Grigg, N.S. Water resources management: principles, regulations, and cases. New York, McGraw-Hill Book, 1996. 540p.
- James, L.D. & Gurses, S.J. (1982). Selection, calibration and testing of hydrologic models. In: HAAN, C.T., ed. Hydrologic modeling of small watersheds. St. Joseph, ASAE, p.437-472.
- Klemes, V (1986). Operational testing of hydrological simulation. Hydrological Sciences. Vol. 31, 13-24 pp.
- Kuhnle, R.A.; Binger, R.L.; Foster, G.R. & Grissinger, E.H. (1996) Effect of land use changes on sediment transport. Water Res. Res., vol. 32, 3189-3196 pp.
- Lenhart, T.; Eckhardt, K.; Fohrer, N.; Frede, H. G. (2002). Comparison of two different approaches of sensitivity analysis. Physics and Chemistry of the Earth. Vol. 27, 645-654 pp.
- Machado, R. E (2002). Simulação de Escoamento e Produção de Sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 166p.
- Marchioro, Eberval (2008). Modelagem hidrossedimentológica na bacia do córrego Santa Maria: Subsídios à Aplicação de Práticas de Conservação de Água e Solo no Noroeste Fluminense. Tese (doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 218p.
- Ministério da Agricultura (1972). Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro; Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo (MA), 670p.
- Minoti, R. T. (2006). Abordagens Qualitativa e Quantitativa de Micro-bacias Hidrográficas e Áreas Alagáveis de um Compartimento do Médio Mogi-Superior / SP. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 247p.
- Neitsch, S.L.; Arnold, J. G.; Kiniry, J. R.; Williams, J. R. (2005) Soil And Water Assessment Tool – Theoretical Documentation. Temple: Blackland Research Center, Soil and Water Research Laboratory. 494p.
- Neto, A. G. S. (2009). Avaliação da Área Foliar de Cinco Espécies Florestais Ocorrentes no Semi-Árido Paraibano. Monografia (graduação). Universidade Federal de Campina Grande. 37p.
- Neto, J.G. de C. (2011). Simulação Hidrossedimentológica da Bacia do Riacho dos Namorados com o Modelo SWAT. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, PB. 217p
- Olivera, Francisco; Valenzuela, M.; Srinivasan, R.; Choi, J.; Cho, H., Koka, S., Agrawal, A. (2006). ArcGIS-SWAT: A Geodata Model and GIS interface for SWAT. Journal of the American Water Resources Association, v. 42, n. 2, p. 295-309.
- Paes-Silva, Albanita Peixoto (2002). Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do açude do Namorado no Cariri Oriental Paraibano. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. 95p.
- Paiva, F. M. de L. (2008). Estudo Comparativo entre Três Modelos de Base Física na Modelagem Hidrossedimentológica em Micro-bacias na Região Semi-Árida Paraibana. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Área de Recursos Hídricos, 208p.
- Peterson, J. R.; Hamlet, J. M. (1998). Hydrologic Calibration of the SWAT Model in a Watershed Containing Fragipan Soils. Journal of the American Water Resources Association, v. 34, n.3, 531 – 544 pp.
- Refosco, J. C.; Pinheiro, A. (1999). Impacto do deflorestamento sobre o regime hídrico de uma bacia hidrográfica. Revista de Estudos Ambientais. Vol. 1, nº 2.
- Salter, P.J.; Williams, J.B. (1967). The influence of texture on the moisture characteristics of soils. IV. A method of estimating the available water capacities of profiles in the field. Journal of Soil Science, Vol. 18, 174-181 pp.
- Salter, P.J.; Williams, J.B. (1969). The influence of

- texture on the moisture characteristics of soils. V. Winchell, M.; Srinivasan, R.; Luzio, M.; Arnold, J. Relationships between particle size composition and moisture contents at the upper and lower limits of available water. *Journal of Soil Science*, Vol. 20, 126-131 pp.
- Santos, L. L. (2008). Modelagem Hidrossedimentológica e Avaliação Comparativa de Três Modelos em Pequenas Sub-Bacias na Região Semi-Árida Paraibana. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, 155p.
- Sharpley, A.N.; Willians, J.R. 1990. EPIC – Erosion productivity impact calculator: Model Documentation. Washington: U.S. Department of Agriculture. 145p.
- Srinivasan, V. S.; Santos, C. A. G.; Galvão, C. O. (2003). Erosão Hídrica do Solo no Semi-Árido Brasileiro: A Experiência na Bacia Experimental de Sumé. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Vol. 8, nº 2, pp 56-72.
- Srinivasan, V.S., et all. (2004). Bacia Experimental de São João do Cariri-PB. In: Righetto, A.M. (Org.), *Implantação de Bacias Experimentais no Semi-árido*, Cap. 4, FINEP/FUNPEC/CNPq/CTBRASIL. 93-126.
- Tucci, C. E. M. (2005) Modelos Hidrológicos. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – ABRH. 2ª Edição. Porto Alegre, 678 p.
- Tucci, C. E. M.; CLARKE, R. T. (1997). Impacto das Mudanças da Cobertura Vegetal no Escoamento: Revisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Vol. 2, nº 1, 135-152pp.
- Uzeika, Talita (2009). Aplicabilidade do Modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) na simulação da produção de sedimentos em pequena bacia hidrográfica rural. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 144p.
- White, Kati L.; CHAUBEY, I. (2005). Sensitivity Analysis, Calibration and Validation for a Multisite and Multivariable SWAT Model. *Journal of the American Water Resources Association*. October, p 1077– 1089.
- Williams, J. R. (1995). Chapter 25: The EPIC model. V.P. Singh (ed). *Computer models of watershed hydrology*. Water Resources Publications. 909-1000 pp.



ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL E TRANSFORMAÇÕES DA PAISAGEM DOS MUNICÍPIOS PORTO SEGURO E SANTA CRUZ CABRÁLIA-BA.

GEOENVIRONMENTAL ZONING AND LANDSCAPE CHANGES OF MUNICIPALITIES OF PORTO SEGURO E SANTA CRUZ CABRÁLIA-BA.

Cristiano Marcelo Pereira de Souza
Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental
Universidade Estadual de Santa Cruz
cmppsgeografia@gmail.com

Ednice de Oliveira Fontes
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais
Universidade Estadual de Santa Cruz
ednice@uesc.br

Ana Maria Souza dos Santos Moreau
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais
Universidade Estadual de Santa Cruz
amoreau@uesc.br

RESUMO

Considerou-se a análise funcional da paisagem, com o intuito de entender a sua estrutura as relações funcionais entre os elementos naturais e sociais. Foram elaborados os mapas temáticos: hierarquia de rede de drenagem, topografia, carta de níveis altimétricos e clinográfico. Estes resultaram de imagens de radar SRTM e cartas topográficas do IBGE. Também foram produzidas cartas de compartimentação geomorfológica, uso da terra e evolução da mancha urbana por meio de análise visual e classificação supervisionada de imagens de satélite Landsat 5TM. Analisou ainda os aspectos geológicos e pedológicos da área de estudo. Na confecção dos mapas foi utilizado os softwares ArcGis 9.3 e Erdas Imagine 9.2. Os mapas temáticos produzidos, aliado ao trabalho de campo subsidiaram a elaboração do Mapa de Unidades Geoambientais com onze classes. A documentação cartográfica síntese, revela um modelo de ocupação desordenada, caracterizado pela intensa urbanização, com ocupação de áreas de mangues, encostas, e matas ciliares. Assim neste trabalho, são apresentadas recomendações para cada unidade.

Palavras-chave: zoneamento geoambiental, ocupação antrópica, planejamento ambiental, Geomorfologia

ABSTRACT

It was considered the functional analysis of the landscape, with the aim of seeking to understand its structure and functional relationships between the natural and social elements. For analysis and delimitation of geoenvironmental units was used as a method to the combination of thematic maps such as hierarchy of the drainage network, topography, altimetry and letter of clinográfico levels. These resulted from SRTM radar images and topographic maps from IBGE. Were also produced letters of partitioning geomorphology, land use and development of urban sprawl by visual analysis and supervised classification of Landsat satellite images 5TM were analyzed further geological and pedological aspects of the study area. In making the maps we used the software Arc GIS 9.3 and ERDAS IMAGINE 9.2. Thematic maps produced, along with the field work contributed the development of Geoenvironmental Map Units with eleven classes, the synthesis cartographic document, shows a model of sprawl, characterized by intense urbanization, occupation of mangrove areas, hillsides, and riparian vegetation. Thus this study, recommendations are presented for each unit.

Keywords: geoenvironmental zoning, human occupation, environmental planning, Geomorphology.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo representa um zoneamento geoambiental, proposto por meio de uma abordagem sistêmica para os municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália na zona costeira do Estado da Bahia. De forma geral os ambientes costeiros são extremamente dinâmicos, neles convergem processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, que alteram constantemente suas características (Ângulo, 2004). No entanto as atividades antrópicas devem ser conduzidas baseadas no estudo do comportamento dessas mudanças, com o reconhecimento dos sistemas naturais e os antropizados e, também por meio da análise das fragilidades ambientais das áreas; de modo que viabilize a possibilidade de organização de medidas de conservação e inserção de formas de uso adequadas.

Essas regiões são áreas de povoamento pioneiro no Brasil e se desenvolveram e se urbanizaram de forma desordenada. Deste modo, as transformações de uso destes territórios têm refletido negativamente na dinâmica de equilíbrio dos sistemas ambientais físicos e que por sua vez reflete em nos aspectos sociais, bem como qualidade de vida, e redução da produtividade de setores agropecuários.

Segundo os dados da Unesco (1997), mais de 80% da população mundial vive próximo ao litoral. Assim, é fácil identificar os danos provocados nos ambientes costeiros pelas intensas atividades humanas vinculadas a estas áreas que são extremamente vulneráveis do ponto de vista físico. Em todo o litoral do território brasileiro é possível observar desmatamento, degradação dos recursos hídricos, e avanço de construções em áreas inadequadas. Nesse sentido, um dos fatores que dificultam o estabelecimento de relações sustentáveis, consiste na destruição dos frágeis, porém vitais ecossistemas, a excessiva concentração populacional e, a inadequação no uso da terra de acordo com sua capacidade.

O planejamento ambiental e social de determinada área, deve ser a união do aspecto social econômico com aspectos ambientais para que se reduzam quadros conflitantes no uso da terra, que poderiam levar determinados sistemas a níveis de instabilidade.

Dessa forma esta pesquisa realiza a delimitação de unidades geoambientais classificando

os elementos que a compõe, analisando o aspecto econômico e a ação antrópica no espaço, partindo também de uma visão pretérita de uso, de modo a integrar informações em uma análise do espaço e permitindo identificar a sua funcionalidade e diagnosticar seu estado ambiental.

Uma das formas para realizar estudos ambientais consiste na abordagem sistêmica, onde Chorley e Kennedy (1971), definem inicialmente sistema como um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Assim a abordagem sistêmica consiste numa visão geográfica que totaliza as interações dos elementos (solo, geologia, geomorfologia, clima, áreas urbanas, vegetação, fatores sócio-econômicos, etc.). De acordo com Morin (1977), a inter-relação entre os novos elementos de um sistema, propicia o surgimento de novas características que inexisteriam caso estes elementos fossem considerados isoladamente, ao passo que o estudo isolado de determinado elemento não revela de forma concreta a situação ambiental de uma localidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo foi conduzido nos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, estes estão situados no litoral da região econômica do extremo sSul da Bahia (Costa do descobrimento). Que apresentam uma área respectivamente de 2421 Km², e 1.472 Km², estão situados entre as coordenadas geográficas 16°46' a 16°93' de latitude sul e de 39°57' a 38°94' de longitude oeste (Figura 1).

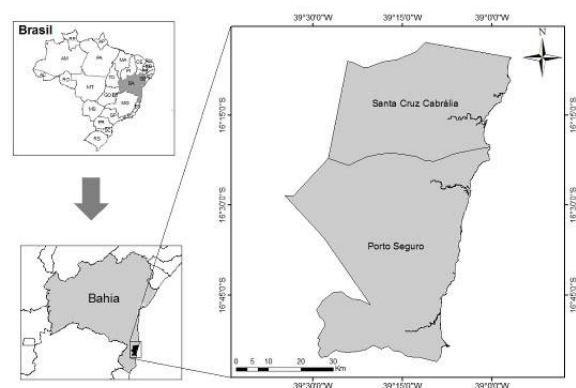


Figura 1 - Mapa de Localização dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

2.2. Procedimentos Metodológicos

Adotou-se como metodologia a análise integrada de sistemas ambientais e sociais. Realizou-se um levantamento de base cartográfica e cartas-base em escalas que variam de 1: 100.000 e 1: 250.000, além de dados sócio-econômicos dos municípios.

A pesquisa teve apoio tecnológico/metodológico oferecido pelo geoprocessamento, que é considerado um poderoso agente na criação de pontes entre as concepções teóricas, como é a da visão sistêmica, e a prática da pesquisa ambiental. Os softwares utilizados foram ArcGis 9.3, Erdas Imagine 9.2, Google Earth, e Global Mapper.

A pesquisa pretende ainda analisar por meio do enfoque funcional da paisagem (Rodriguez *et al.*, 2002), que tem por finalidade esclarecer como a paisagem é estruturada, definindo seu estado ecológico de sustentabilidade de acordo com sua funcionalidade em um período de tempo, quais são as relações funcionais de seus elementos, por que está estruturada de determinada maneira e para que estejam estruturadas de certa forma quais as funções naturais e sociais.

Foram utilizadas imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), tratadas pelo projeto Topodata, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) <dsr.inpe.br/topodata>. Estas imagens serviram de base para o levantamento das informações topográficas, auxiliando a construção do mapa de declividade, curvas de nível e elaboração do modelo digital de elevação. Estes mapas foram elaborados com auxílio do conjunto de ferramenta *3D analyst* do ArcGis 9.3.

Para o mapeamento da rede de drenagem e hierarquização de rede de drenagem, utilizou-se os dados hidrográficos da CPRM. A distribuição das redes de drenagem juntamente com informações do relevo, possibilitou a delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APP), baseado nas especificações CONAMA N° 303/02 (CONAMA, 2002) e procedimentos de delimitação definidos por roposito por Nascimento *et al* (2005) e Cortizo (2007). Sendo que as áreas de APP juntamente com o mapa de uso da terra possibilitou identificar o nível de ocupação nestas áreas.

Para o mapeamento de aspectos geológicos e

pedológicos, foram utilizados mapas produzidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) <cprm.gov.br> em escala de 1: 100.000, que envolve os limites de Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia.

A Carta de Evolução da Mancha Urbana foi elaborada a partir da análise e vetorização de fotografias aéreas ano de 1975 disponíveis no site da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) <cbpm.com.br>, e imagens de satélite Landsat 5 TM, no período de 1988, 1996 e 2007. A Carta de Uso e Cobertura atual do solo (uso da terra), foi elaborada a partir da classificação das imagens de satélite Landsat 5 TM, nas combinações das bandas 3R,4G,5B das órbitas 215/70 e 216/71.

As imagens utilizadas foram tratadas, de acordo com seguintes procedimentos: Correção radiométrica que tem por finalidade corrigir variações nas intensidades dos pixels, este processo foi realizado com uso da plataforma ATCOR do *software* ERDAS *Imagine* 9.2, de acordo com os procedimentos definidos por Souza *et al* (2010); georreferenciamento para corrigir as distorções da imagem, na qual foram distribuídos diversos pontos de controle sobre considerando um erro de RMS (*route meam square*) de 0,5. Após a correção da imagem, esta foi classificada com o auxílio do *software* Erdas *Imagine* 9.2, utilizando o algoritmo de classificação de Máxima Verossimilhança (Maxver),

Associado à caracterização ambiental, realizou-se também a caracterização socioeconômica e histórica dos municípios, baseado no levantamento de dados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), teses, dissertações, monografias e documentos históricos, e outros meios científicos. Objetivando caracterizar o histórico de ocupação e avaliar a função dos municípios frente às relações econômicas regionais, e entender o modelo de desenvolvimento econômico e suas interferências na organização espacial.

Baseado nos mapas temáticos produzidos, aliado aos trabalhos de campo foi elaborado o Mapa Geoambiental, de acordo com a proposta de Rodrigues *et al* 2002 que classificam a paisagem baseado no seu estado ambiental (estável, medianamente instável, instável, crítico). O mapeamento foi conduzido por meio da vetorização de áreas geoambientais homogêneas, sendo que a

identificação dessas áreas foi baseado na interpretação e associação do banco de dados cartográfico produzidos e inseridos em forma de camadas (*overlay*) no software ArcGis 9.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Histórico de Ocupação

A primeira referência de solos brasileiros foi feita por Pero Vaz de Caminha em sua Carta escrita ainda em Porto Seguro, na qual descrevia: “Esta terra... traz ao longo do mar, em algumas partes, grandes barreiras vermelhas, e outras brancas e a terra em cima é toda chã e muito cheia de arvoredos...”. Foi nessa área em que está situada uma larga faixa de tabuleiros costeiros que ocorreu a concentração inicial dos primeiros núcleos de povoamento do Brasil. Após o descobrimento a expansão se estendeu com exploração madeireira e o crescimento gradativo da agricultura (Almeida e Teixeira, 2010), sendo que a exploração madeireira ocorreu de forma desordenada e sem precedentes levando quase que a total redução da mata atlântica.

No século XX a interiorização, com base na pecuária ocorre com mais intensidade. De acordo com Resende (2002), esta atividade foi a mola propulsora para a ocupação do território nacional de modo mais contínuo. Vale ressaltar que esse tipo de atividade somente se expandiu, em áreas de vegetação aberta ou mais tarde onde as condições permitiram a formação de pastagens com uso do fogo.

No contexto dos municípios analisados, a maioria da população e das atividades se concentrava no meio rural até o ano 1980 aproximadamente, porém o processo incipiente de urbanização já era registrado desde os anos 70, principalmente em virtude da construção da BR 101 e BR 367, que propiciaram uma via de acesso a outras regiões.

A partir dos anos 90 que os dois municípios vivenciaram um salto na taxa de crescimento e evolução urbana como demonstrado na Tabela 1 e na Figura 2. Analisando o período de 1990 a 2010, é possível identificar uma taxa de crescimento demográfico urbano de 45,36% para Porto Seguro e 81,24% para Santa Cruz Cabrália. Segundo Fontes (2007) e Almeida *et al* (2008) existem fatores inter-regionais que influenciaram neste aumento

populacional dos municípios objeto desta pesquisa, entre eles estão: a última crise da lavoura cacauceira na região do Sul da Bahia em meados dos anos 90, que atingiu os pequenos produtores de cacau da Costa do descobrimento. A crise desta lavoura contribuiu diretamente segundo dados de migração do IBGE (2000), para o incremento populacional dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália. Esta atração populacional ocorreu em razão do desenvolvimento do turismo nestes municípios. Outro motivo que também tem relação com o crescimento urbano é a inserção da celulose na região, que provocou o êxodo rural intraregional, expulsando famílias da zona rural e conseqüentemente elevando o grau de urbanização destas cidades. A Figura 2 delinea os limites da evolução urbana na área de estudo.

A expansão da atividade turística a partir da década de 70, principalmente em Porto Seguro, permitiu a constituição de uma ampla rede de serviços, cujos investimentos concentraram-se, sobretudo, na implantação de equipamentos de hospedagem que também contribuiu para o acelerado e desordenado crescimento urbano. Atualmente a área urbana de Porto Seguro é 26,44 Km² representando apenas 1,09 % da totalidade do município, e a densidade é de 3.936,38 hab/Km².

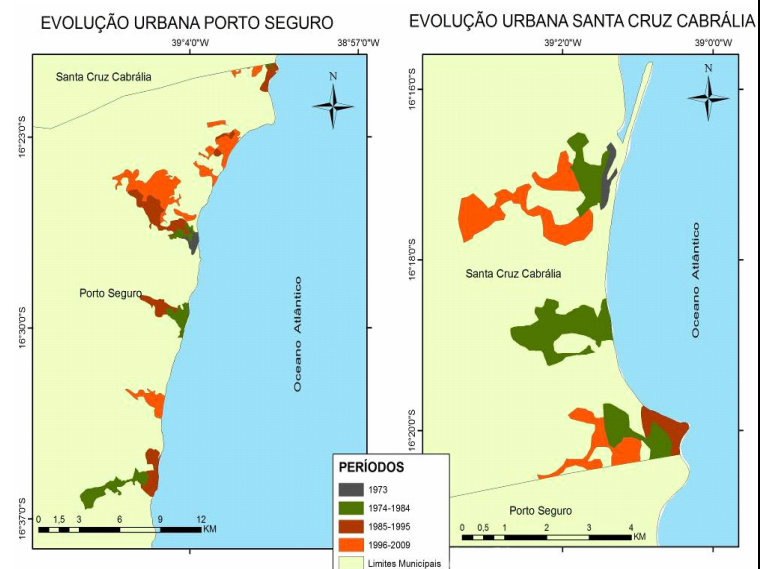


Figura 2 - Mapa de evolução urbana de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

Tabela 1. População dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália. Fonte: IBGE, Censos demográficos, 1970, 1980, 1991, 2000. * Sinopse preliminar do censo 2010.

Município	Situação do domicílio	Ano					Taxa de Crescimento (1970-2010) (%)
		1970	1980	1991	2000	2010*	
Porto Seguro-BA	Total	33.108	46.300	34.661	95.721	126.929	39,93
	Urbana	3.588	5.725	23.315	79.619	104.078	132,07
	Rural	29.520	40.575	11.346	16.102	22.851	-6,20
Santa Cruz Cabrália - BA	Total	27.171	49.375	6.535	23.888	26.264	-0,85
	Urbana	1.761	1.546	3.197	13.527	19.002	81,24
	Rural	25.410	47.829	3.338	10.361	7.262	-26,88

3.2. Análise Ambiental

A geologia dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália é caracterizada por sedimentos que datam do quaternário, sobreposto ao embasamento de rochas graníticas datados do Arqueano e Proterozóico que afloram ocasionalmente.

Os sedimentos do Grupo Barreiras correspondem a uma área de 4.500 Km², constituídos de areias e argilas variadas, com eventuais linhas de pedra dispostas em camadas com espessura variável de conformidade com as ondulações do substrato rochoso, que condiciona a forma do modelado sedimentar (Amorim e Oliveira, 2007).

Os complexos Gnáissicos, granitóides, e complexos kinzigíticos, são rochas do embasamento cristalino, compostos por rochas graníticas, gnáissicas e bandadas por quartzos influenciados por processos metamórficos, sendo que estes tipos de rochas afloram principalmente a oeste da área de estudo.

A estrutura sedimentar de vales fluviais apresenta sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica que datam do Quaternário. Já nas áreas costeiras existem os sedimentos provenientes da dissecação do relevo recebendo a influência marinha e/ou fluvial. São caracterizados litologicamente por sedimentos arenosos de diferentes estruturas, que variam a depender da posição na paisagem (contato com falésias, foz de rios, e proximidade com o mar). A geologia da área de estudo é representada na Figura 3.

A geomorfologia expressa à forma, gênese e evolução do modelado do relevo da paisagem, controlada por processos endógenos e/ou exógenos, além do que o seu processo de gênese e dissecação

integra com outros fatores e elementos, a exemplo, uso da terra, declividade, geologia etc.

A geomorfologia dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália apresentam uma feição característica topográfica tabular, dissecada por vales profundos, na qual coincide com uma área de acumulação de sedimentos fluviais (Figura 4).

Segundo Amorim e Oliveira (2007), o relevo é caracterizado pela predominância de feições de topos convexos, com áreas de coberturas rasas e com exposições ocasionadas do substrato cristalino. Nas áreas de planície ocorrem processos deposicionais, enquanto que nas rampas de colúvio das vertentes fluviais são áreas sujeita a escorregamentos, onde os processos de morfogênese predominam sobre a pedogênese.

Os solos da região são velhos, em maioria proveniente de sedimentos já pedogeneizados do grupo geológico Barreiras. Predomina nessas áreas solos oxídicos, de caráter argilo-arenoso. Dentre as macro unidades pedológicas pode-se afirmar que a área apresenta as seguintes classes de solos:

Latossolos: estes solos compreendem a maior parte da área dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália. Os Latossolos Amarelos são solos minerais não hidromórficos com horizonte B latossólico, são derivados de sedimentos areno-argilosos ou argilo-arenosos dos tabuleiros costeiros.

Os Latossolos Amarelos ocorrem nas áreas mais planas; são profundos, permeabilidade é restrita e a infiltração lenta, apresentando uma tendência a erodibilidade superficial, principalmente quando não apresenta vegetação e quando é utilizada para pastagens. Vale salientar que os Latossolos apresentam limitação ao uso, já que se configuram na

região como distrófico, em que apresenta índices iguais ou inferiores a 0,5 Cmolc/ Kg de solos. Porém condições de relevo plano e suave ondulado favorecem a utilização agrícola, desde que sejam manejados adequadamente Haynes (1970).

Argissolos: Consiste em outra classe de solos, predominante na área de estudo, apresenta-se como: Argissolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelo.

Os Argissolos são solos minerais não hidromórficos com horizonte diagnóstico B textural (Bt); sendo que a diferença de croma está associada ao material de origem. As condições físicas dos Argissolos não oferecem maiores limitações exceto quando apresentam horizonte subsuperficial coeso. A granulometria oferece boa drenagem associado à posição no relevo de áreas pouco movimentadas, favorecendo o uso da mecanização propiciando assim atividades com agrossilvicultura. Uma das restrições refere-se à fertilidade, já que apresenta baixos teores de bases trocáveis, associado à coesão de alguns horizontes, porém essas características podem ser revertidas com aplicação de doses relativamente baixa de calcários e fertilizantes e, para coesão do solo técnicas de subsolagem.

Neossolos Quartzarênicos e Flúvicos e Espodossolos Hidromórficos: Influenciado pelo depósito de sedimentos fluvial e marinho e/ou fluviomarinho, e própria dissecação do relevo litorâneo, os neossolos quartzarênicos e Espodossolos Hidromórficos, são solos destituídos de minerais primários e são pouco intemperizáveis.

Os Neossolos Quartzarênicos, compreende-se como solos minerais casualmente orgânicos, na superfície, essencialmente quartzosos apresentando perfis de extrema simplicidade. Devido à constituição essencialmente quartzosa esses solos são pobres em nutrientes para plantas, além de não dispor de reservas nutricionais que possam ser liberadas gradativamente.

Os Espodossolos fisicamente se assemelham a classe de neossolos, exceto pela presença do horizonte Bh espódico, sendo que essa característica está associada principalmente a sua localização na paisagem, próximo à foz de rios, o que contribui pra sua propriedade hidromórfica. Estão presentes também nas áreas de baixada do interior dos municípios devido à dissecação (intemperismo com

acidólise destruição da argila), dos depósitos de sedimentos do próprio Grupo Barreiras (Moreau *et al.*, 2006).

Ocorrem também áreas com Gleissolos principalmente nas várzeas dos rios, devido à presença de lençol freático suspenso.

Os manguezais estão situados em áreas de influência direta das marés, sendo que existe degradação dos mangues em toda área de estudo. Os manguezais vêm sofrendo contínua agressão das ações antrópicas, com instalação de palafitas, drenagens e aterros, para posterior ocupação por bares e restaurantes, bem como a construção de estradas e implantação de empreendimentos mobiliários, atualmente os manguezais ocupam uma área de 923,44 Km² dos municípios.

Nos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia a vegetação é representada pela mata atlântica floresta tropical úmida rica em espécies e com alto grau de endemismo. Para esses municípios a vegetação encontra-se altamente ameaçada, motivado pela exploração madeireira e mais recente à implantação de culturas como cacau, mamão, silvicultura, e também pelo secular uso da pecuária extensiva.

O início da destruição da mata atlântica remonta ao descobrimento do Brasil pelos portugueses, primeiramente com extração predatória do pau Brasil, posteriormente com implantação da monocultura da cana de açúcar e paralelamente introduzindo a pecuária, práticas que se caracterizavam pelo uso indiscriminado do solo e em grande escala.

Atualmente existem apenas fragmentos de matas em estágio inicial a médio em regeneração, mas que ainda apresenta composição florística heterogênea, com espécies pioneiras abundantes de porte variado e que se distribuem de forma espaçada pela área de estudo, e ocupa 2,62% da área de estudo.

A preservação de áreas de mata densa é justificada em virtude da presença de Unidades de Conservação, que são representados principalmente pelo Parque Nacional do Monte Pascoal e Parque Nacional de Pau Brasil. A classe de mata ocupa 39,07%. As modificações na flora da região se deram principalmente pelo uso da pecuária, que está presente 10,30% dos municípios, e de forma mais recente o que é possível observar é a substituição das áreas de pastos por reflorestamento com eucalipto, que ocupa 15,37%, que de acordo com Almeida (2009) e

Almeida e Teixeira (2010), o crescente uso com eucaliptocultura deve se ao fato que a região apresenta características edafoclimáticas favoráveis: clima solo aplainado (com algumas limitações físico-químicas reversíveis), disponibilidade de mão-de-obra e ainda estímulos do Governo Federal.

Foram mapeadas ainda áreas úmidas, que representam 2,32%; são os locais de várzea dos principais rios ou brejos presentes na região; a área urbana ocupa apenas 3,17% da totalidade dos

municípios e as, áreas de restinga com 0,29%. Houve ainda áreas não observadas como nuvens e sombra presentes na imagem, que representou 2,52%. O mapa de uso é apresentado na Figura 5.

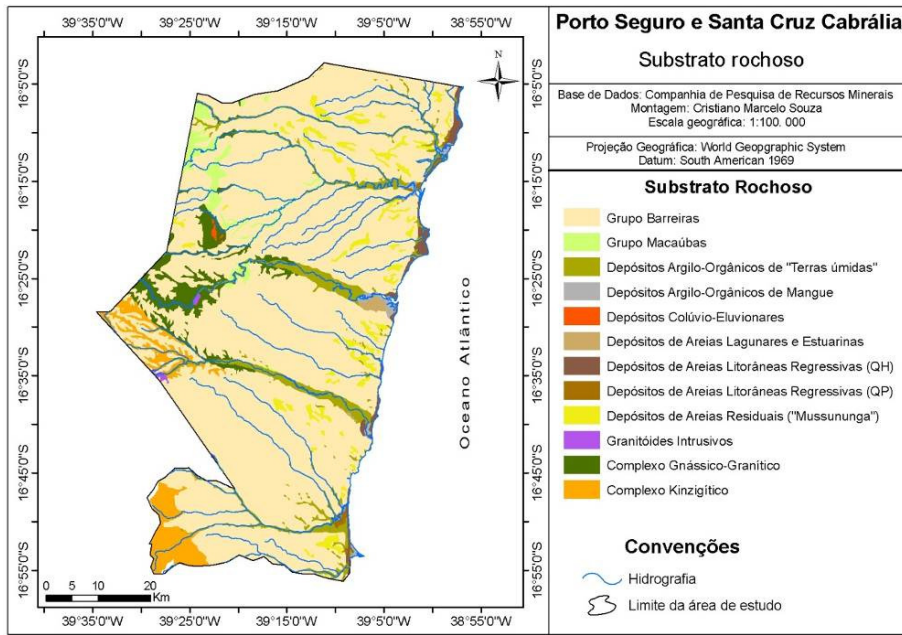


Figura 3 - Mapa Geológico dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália
Fonte: Elaborado a partir de CPRM, 2002.

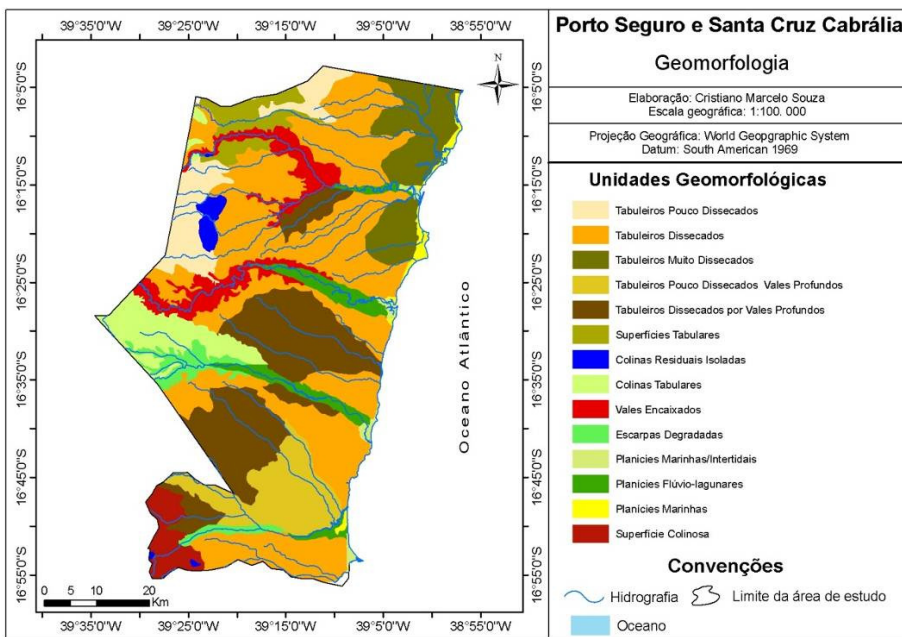


Figura 4 - Mapa geomorfológico dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

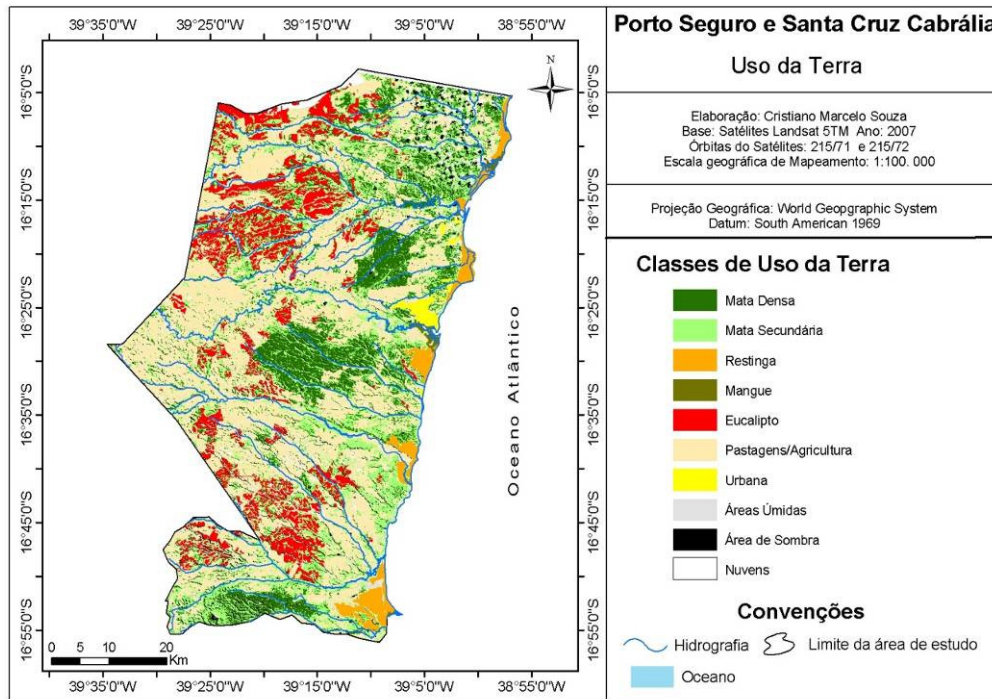


Figura 5 - Mapa de Uso da Terra dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

3.2. Análise das Unidades Geoambientais

A delimitação de unidades geoambientais, considerou o enfoque adotado por Ross (1992), em que o relevo passa pela compreensão de uma coisa maior que é a paisagem como um todo. Sendo que não é possível abranger a gênese e a dinâmica das formas sem compreender a dinâmica climática, solos, vegetação e mecanismos motores da evolução do relevo. O mapa de Unidades ambientais apresentou onze unidades (Figura 6). Os compartimentos geomorfológicos foram considerados para delimitação das unidades, sendo que análise baseou-se ainda nos mapas temáticos produzidos, de modo individualizar compartimentos geoambientais homogêneos.

Domínio de Superfície Tabulares do Grupo Barreiras: Este domínio inclui as grandes compartimentações tabulares dos terrenos Terciários do Grupo Barreiras. Limita-se a oeste com o domínio das rochas do embasamento cristalino e, a leste, com as escarpas das falésias, paleofalésias e linha de costa que contornam o litoral. As superfícies dos tabuleiros apresentam declividades suaves em direção ao litoral. As bordas dos tabuleiros (inclusive as falésias) e as encostas dos vales são bastante suscetíveis à erosão devido às altas declividades, terrenos friáveis e ao

clima chuvoso dominante. Unidade de coberturas arenosas, com área de 222, 77 km², são áreas degradadas em virtude da exploração de sedimentos do horizonte (E) eluvial dos solos, destinado à construção civil. São áreas fragilizadas com vegetação de porte herbáceo-arbustivo com pouca densidade. Possui grande potencial erosivo, apresentando drenagem aflorante, sendo inadequada para agrossilvicultura, ocupação urbana, e atividades de agricultura.

Esta unidade encontra-se bastante alterada em toda sua extensão, seu estado ecológico é crítico devido à exploração de areia. A recomendação para essa área é a preservação da vegetação nativa e qualquer atividade exploratória de sedimentos deve obedecer a estudos ambientais minuciosos, periodicamente realizados.

A unidade de tabuleiros pouco dissecados são sedimentos arenosos, em superfícies tabulares, ocorrem na região sudeste e noroeste e, apresenta uma área equivalente 731,45 km², São sedimentos arenosos, em superfícies tabulares. Com domínio de Argissolos Amarelos, essa unidade apresenta diferentes usos, sendo utilizadas largamente pela

eucaliptocultura. As áreas aplainadas de inter-flúvio permitem o uso com plantações de eucalipto mecanizado, cana-de-açúcar e atividades como a pecuária. O estado ecológico se define como instável em quase toda sua extensão; é preciso rever o modelo de uso com agropecuária, que não respeita as APP, encostas e contribuem para os desmatamentos, e amplia a erosão e assoreamento dos rios.

A unidade de tabuleiros dissecados correspondem a sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras do Terciário, com relevo pouco plano, sulcados por canais de drenagem e está presente em quase toda extensão dos municípios, com área de 1.860,73 Km².

O principal uso é com plantações de eucalipto seguido de atividades pecuárias ou pequenas atividades agrícolas. Apresenta ainda pequenas manchas de vegetação em estágio inicial de regeneração. Nessa unidade estão presentes os parques e reservas florestais com bolsões de vegetação primária.

Apresenta devastação das matas ciliares, desmatamentos e queimadas constantes, inclusive nas reservas florestais do Pau-Brasil, e exploração madeireira ilegal no Parque do Monte Pascoal. As vertentes encontram-se também sem vegetação, o que atribui a essas áreas um grande potencial de escorregamentos.

Em virtude da ocupação desordenada o estado ecológico se enquadra como instável, em quase toda sua extensão, sendo recomendado para essa unidade atividades de silvicultura e, pastagens que obedeçam as APP, rotação dos piquetes, lotação de animal, e outras medidas de sustentabilidade. É necessário reflorestar as matas ciliares e controlar a exploração madeireira.

Unidade de tabuleiros muito dissecados ocupa a porção leste de Santa Cruz Cabralia e uma pequena área do nordeste de Porto Seguro. Com área de 208,71 Km²; esta unidade é formada por sedimentos pouco consolidados do grupo Barreiras, com relevos planos e colinas com topos arredondados, que são intensamente dissecados devido ao regime de chuva da região, atingindo cotas de 1.800 a 2.000mm anuais. A potencialidade da área é agrossilvicultura.

O estado ecológico é instável, pois os rios apresentam em quase toda sua totalidade ausência de mata ciliar, que promove o assoreamento do rio que é

potencializado pelo caráter pouco consolidado dos sedimentos e, o alto potencial erosivo dos solos latossolos e argissolos latossólicos desenvolvidos em relevo forte ondulado.

É recomendado para essa área atividades de agrossilvicultura manutenção da mata nativa com reflorestamento da mata original. É possível estabelecer atividades de mineração desde que sejam restauradas as áreas degradadas. As atividades de engenharia devem obedecer a estudos da superfície, em virtude das diferentes estruturas geológicas dos terrenos.

Domínio de Faixa Litorânea: Corresponde às acumulações marinhas e flúviomarinha que compõem as feições morfológicas que datam do Quaternário, englobando os complexos deltaicos, estuarinos, praias, falésias e paleofalésias.

Com área equivalente 43,84 Km² a Unidade de planícies marinhas, ocupa áreas de cordões litorâneos do Quaternário e é formada por sedimentos quartzosos inconsolidados.

O estado ecológico dessa unidade é muito crítico, pois apresentam erosões marinhas pontuais, a vegetação original foi em grande parte destruída, a vegetação de restinga vem sendo ameaçada devido à especulação imobiliária, onde loteamentos vêm ocupando indiscriminadamente essas áreas. As construções com finalidades turísticas contribuem para poluição marinha, pois os dejetos acabam sendo jogados diretamente nas praias. Ocorrem ainda nas áreas de falésias dos tabuleiros, extração indevida de areias.

Unidade de planícies interdidas (mangues), Com área de 10,11 Km², são áreas de mangues situadas no litoral na foz dos principais rios como o Santo Antônio, João de Tiba, dos Frades, do Peixe/Buraném, Caraíva e Corumbau.

São terrenos alagados com influência direta da salinidade marinha, com relevos planos com solos argilo-orgânicos, apresentando vegetação de mangue. Essas áreas apresentam grande fragilidade ambiental, sensíveis a modificações de seu entorno pelo uso e ocupação urbana. A funcionalidade é paisagística, para atração turística e também cata de caranguejo.

O estado ecológico dessa unidade é muito crítico apresentando graves sintomas de degradação ambiental, com grandes áreas deterioradas pela ocupação desordenada e intensa, com destruição da

vegetação original, colocação de aterros, lixo e despejo de efluentes domésticos. É recomendada a preservação permanente sendo necessário reassentar a população instalada, principalmente aquela com ocupação não consolidada e, também é preciso recuperar a vegetação nativa de mangue.

Unidade das planícies de brejos são depósitos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica. Apresentam superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos argilosos ou argilo-arenosos, em áreas inundáveis localizados próximos à costa.

Com área de 7,49 Km², são áreas de baixa fertilidade natural, apresentam ocupação urbana indevida, são áreas altamente fragilizadas que qualquer alteração põe em risco a sustentabilidade desse sistema. Seu estado ecológico se enquadra como instável, assim para essa região é necessário à preservação ambiental.

Domínio dos vales Fluviais: Unidade das planícies fluviais, com área de 157,23 Km², esse domínio abrange as feições consideradas mais sensíveis do meio físico. É representado pelos principais canais fluviais da região, onde os rios têm maior poder incisivo de dissecar o relevo produzindo vales entalhados em formas de “U”. O estado ecológico dessa unidade é muito crítico.

Os vales apresentam grande potencial erosivo principalmente nas rampas de colúvio e nas áreas escarpadas, sendo que este potencial erosivo amplia-se devido à ação antrópica e os vales são áreas frequentemente inundáveis.

As ações antrópicas mais comuns são o uso com pastagem, o desmatamento da mata ciliar, a extração de areia do leito dos rios, o despejo de agrotóxicos provenientes da agricultura, o lançamentos de esgotos da área urbana, a construção de aterros para ocupação urbana, e obras de drenagem que modificam a estrutura original dos rios.

Essas áreas apresentam lençol freático suspenso que associado a solos que dificultam a drenagem provocam nessa área constantes inundações. A aptidão para maior parte da área é restrita para a agricultura.

Para as unidades deste domínio é necessário restringir ao máximo a expansão de atividades econômicas, deve-se evitar ainda ocupação humana, pois além de não estar de acordo com a lei expõe a população a constantes enchentes. No entanto é

necessário manter a vegetação ciliar para garantir a sobrevivência dos cursos d'água.

Domínio de Faixa de Transição: A unidade de colinas tabulares situa-se na parte central e sul da área de estudo, é a faixa de transição entre as rochas do embasamento cristalino e as superfícies tabulares do Grupo Barreiras. As rochas pré-cambrianas do embasamento afloram nos fundos de vales dissecados, subjacentes a camadas pouco espessas do grupo Barreiras. Apresentam uma área de 297, 51 km².

Os principais problemas encontrados são os desmatamentos nas encostas e nas cabeceiras de drenagem. Além disso, as condições naturais de relevo intensamente retalhado, os aspectos estruturais (contato litológico por falha), e as variações litológicas pedológicas (resistências de diferentes materiais) restringem a implantação da monocultura intensiva, a ocupação urbana ordenada e a construção de estradas.

Em virtude da fragilidade natural e da ocupação desordenada, que ampliou o desmatamento, juntamente com áreas de pastagens, que em geral também ocupa os locais frágeis, essa unidade se enquadra como instável.

Domínio Superfície Pré-Litorânea: Apresenta rochas do embasamento cristalino, de idade pré-cambriana. A unidade Colina do Substrato Cristalino apresenta uma área de 110,97 Km², distribuído no sudoeste de Porto Seguro e no oeste de Santa Cruz Cabrália.

Essa unidade apresenta como principal uso as pastagens associada desmatamentos e queimadas nas encostas e nas cabeceiras de drenagem, o que descaracterizou a vegetação original sendo que as pastagens se caracterizam por ocupação irregular de áreas frágeis e Áreas de Preservação Permanente.

Seu estado ecológico se define como medianamente estável, pois apresentam potencial erosivo localmente acentuado. Essa classificação é em virtude do uso das pastagens inadequadas, e do uso com plantações de cacau sob a mata o que auxilia a manutenção da vegetação ainda que alterada.

É recomendada para essa área a preservação da mata original, sendo que em algumas áreas pode ser estabelecido uso com atividades de mineração, desde que sejam respeitadas as áreas naturalmente/antrópica fragilizadas.

Os montes residuais não devem ser ocupados,

pois apresentam um grande potencial erosivo. Os sítios com potencial histórico e turístico, como o monte Pascoal, devem permanecer como unidade de preservação.

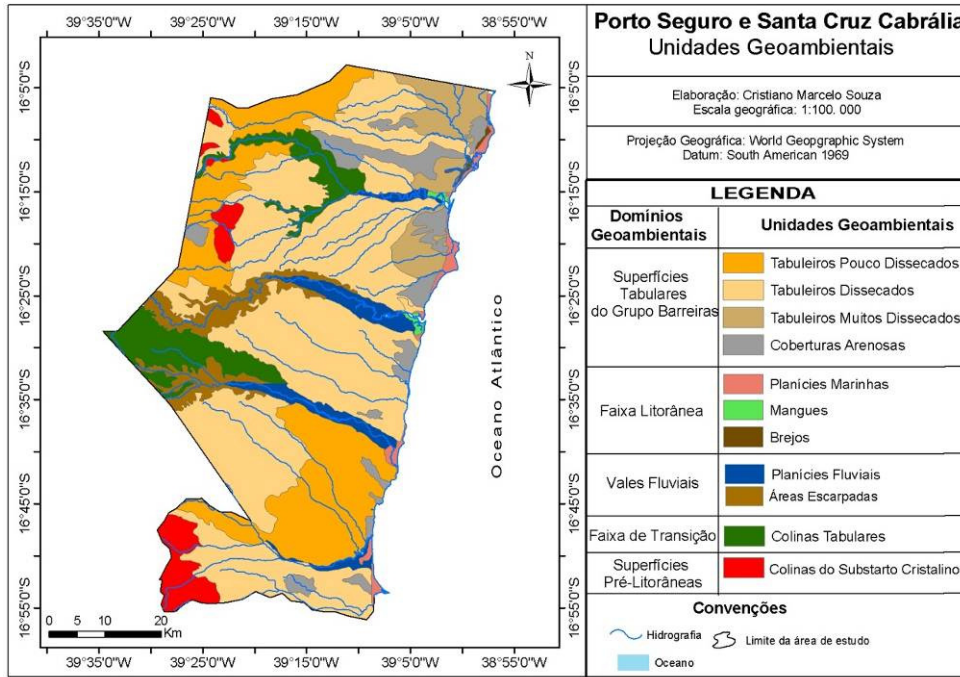


Figura 6 - Mapa de unidades geoambientais dos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise integrada foi possível observar que as áreas dos municípios encontram-se bastante alteradas, os sistemas ambientais dos municípios apresentam fragilidade a processos de degradação natural, que é potencializada pelo antropismo. As classes geoambientais apresentaram estado ecológico de fragilidade ambiental: de medianamente estável, instável, e de crítico a muito crítico, sendo esta última determinada pelo nível de ocupação urbana acentuado no domínio de planícies marinhas, representado pelas unidades interdidas (mangue) e planície marinhas.

Os municípios apresentam funcionalidades distintas, Na parte litorânea ocorre o predomínio de elementos voltados para o turismo, concentrado em pequenas áreas urbanas densamente povoadas. Na porção rural ocorre predomínio de duas atividades ligadas à pecuária e a plantações de eucalipto, sendo

que esta última vem crescendo gradativamente.

A metodologia utilizada mostrou-se extremamente eficaz para o levantamento de informações e análise integrada. O apoio dos softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) foram partes fundamentais para construção de diversos mapas, quantificar as áreas e integrar diversos planos de informações para compreender e diagnosticar fatos e problemas ambientais na região.

De forma geral foi possível compreender a dinâmica sócio-ambiental da região da seguinte forma: O êxodo rural contribuiu para o adensamento demográfico nas zonas urbanas dos municípios, o que exerce uma pressão sobre recursos naturais nas proximidades e no interior das áreas urbanas. A saída do campo foi também potencializada pelo crescimento da pecuária e cultura de eucalipto que são atividades caracterizadas por baixa empregabilidade,

sendo que estas atividades são as principais responsáveis pela descaracterização do meio ambiente causando fragmentação da mata original e quando implantadas de forma inadequadas promovem degradação.

É necessário rever o modelo de uso em várias áreas presentes nos municípios, executar atividades de recuperação, de modo reabilitar as áreas degradadas e minimizar fatores que ampliam a degradação ambiental, aplicar projetos que preservem as áreas de vegetação natural, criando assim corredores da mata atlântica integrados com as unidades de conservação presentes nos municípios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, T. M. 2009. Cultivo de eucalipto no extremo sul da Bahia: modificações no uso da terra e socioeconômicas. Dissertação (Mestrado PRODEMA) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 121p.

Almeida, T. M. et al. Reorganização socioeconômica no Extremo Sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto. *Revista Sociedade e Natureza*. <seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9527>. Acessado em: 10/07/2011.

Almeida, T. M.; Teixeira, A. C. O. Inter-relações entre fatores físicos e socioeconômicos na dinâmica de uso da terra no Extremo Sul da Bahia. *Revista Geografia Acadêmica*. <rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=issue&op=view&path%5B%5D=10>. Acessado em: 05/05/2011.

Ângulo, R.J. 2004. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v.1 n.10, p.175-1854.

Amorim, R. R. 2007. Análise geoambiental com ênfase aos setores de encosta da área urbana do município de São Vicente-SP. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 218 p.

Amorim, R. R.; Oliveira, R. C. 2007. Degradação ambiental e novas territorialidades no extremo sul da

Bahia. *Revista caminhos de geografia*. <caminhosdegeografia.ig.ufu.br/viewarticle.php?id=302 >. Acessado em: 27/04/2011.

Chorley, R. J.; Kennedy, B. A. 1971. *Physical Geography: A systems approach*. London: Prentice-Hall International. 1.156p.

CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, dispõe sobre áreas de preservação permanente. Disponível em: <mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298> Acessado em: 06 jun. 2011.

Cortizo, S. 2010. Topo de morro na resolução CONAMA nº 303. Disponível em: <fetaesc.org.br/comissoes/meioambiente/topo_de_morro.pdf> Acessado em: 05 jul. 2011.

Fontes, E. O. 2007. Organização do espaço e desenvolvimento regional no Extremo Sul da Bahia: os segmentos produtivos da celulose e do turismo. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, 262 p.

Haynes, J. L. 1970. Uso agrícola dos tabuleiros costeiros no nordeste do Brasil: um exame das pesquisas. 2. Ed. Recife: SUDENE-AID, 139 p.

Mattos, S. H. V. L.; Perez Filho, A. 2004. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v.1 n. 1. p.11-18.

Moreau, A. M. S. S. et al. 2006. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do Sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 30. n. 6. p. 1021-1030.

Morin, E. O. 1977. *Método: a natureza da natureza*. Sulina: Porto Alegre. 450 p.

Resende, M. 2002. 500 anos de uso do solo no Brasil. *500 Anos de uso do solo no Brasil*: Editus, Ilhéus. p. 1 -49.

Nascimento, M. C. et al. 2005. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio alegre, Espírito Santo. *Revista Ciência Florestal*, v. 15 n. 2. p.207-220.

Rodriguez, J. M.; Silva, E.D. 2002. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. *Revista Mercator*. v. 1, n 1. p. 95-112.

Rodriguez, J. M.; Silva, E. D.; Cavalcanti, A. P. B. 2002. *Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. EDUFC, Fortaleza.

Ross, J. L. S. 1992. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia da USP*. n. 6. p. 17-30.

Souza, C. M. P, M. et al. 2010. Níveis de Degradação de Pastagens da Bacia do Rio Colônia-BA com uso de Imagens LANDSAT 5TM. v.3. n. 3. p. 228-243.

Unesco - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Guide Methodologique d'Aide a La Gestion Intégrée de la Zone Cotière*.

Manuels et Guides n° 36. 1997 <
[horizon.documentation.ird.fr/exl-
doc/pleins_textes/doc34-01/010010614.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-01/010010614.pdf) >
Acessado em: 23/08/2011



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS E DESMATAMENTO NA BACIA DO RIO PURUS, AMAZÔNIA BRASILEIRA OCIDENTAL

WATER PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND DEFORESTATION IN THE PURUS RIVER BASIN, WESTERN BRAZILIAN AMAZON

Eduardo Antonio Ríos-Villamizar

Programa de Doutorado em Clima e Ambiente (INPA/UEA). Projeto INPA/Max-Planck/MAUA. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil.
eduardorios17@hotmail.com

Alberto Furtado Martins Junior

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil.
albertonhamunda@hotmail.com

Andrea Viviana Waichman

Universidade Federal do Amazonas, ICB, (UFAM), Manaus, Brasil.
awaichman@ufam.edu.br

RESUMO

A bacia hidrográfica do Purus está no grupo das bacias hidrográficas que se encontram em bom estado de conservação na Amazônia brasileira. O objeto deste estudo é caracterizar a qualidade da água da bacia durante três períodos sazonais (seca, enchente e cheia), para diagnosticar alterações relacionadas com este último aspecto e relacioná-las com as taxas de desmatamento em um período de nove anos. As águas analisadas mostraram características das águas naturais da Amazônia apresentando algumas particularidades, principalmente, na condutividade elétrica, transparência, pH, cor, nitrato e fósforo total. Mostrou-se que os níveis de desmatamento ainda não causam um grande efeito sobre a qualidade da água, com exceção dos valores de pH e oxigênio dissolvido.

Palavras-chaves: Amazônia, desmatamento, Purus, qualidade da água.

ABSTRACT

The Purus drainage basin is into the basin group that is still in a good conservation status in the Brazilian Amazon. The object of this paper is to characterize the water quality of the basin during three seasonal periods (rising, low and high water), in order to diagnose changes related with this last aspect and to relate them with deforestation rates in a nine year period. The analyzed waters of the Purus River basin showed characteristics of the Amazonian natural waters presenting some particularities, principally, in electrical conductivity, transparency, pH, color, nitrate and total phosphorus. It was shown that the deforestation levels still do not cause a large effect on the water quality, excepting on the pH and dissolved oxygen values.

Keywords: Amazon, deforestation, Purus, water quality.

1. INTRODUÇÃO

Enquanto que o arco externo da Amazônia legal já foi integrado à economia nacional a partir da produção de soja e do avanço da pecuária, existe ainda ao norte e oeste, conforme Théry (2005) um espaço considerado de reserva e objeto das políticas de conservação, que poderá ser afetado em função do rumo que poderão tomar as políticas públicas de desenvolvimento para a região. A bacia do rio Purus, localizada dentro deste espaço, já começa a sentir os impactos do avanço da frente de expansão agropecuária (Souza, 2006). Dada sua extensão, a importância para a pesca e os conflitos hoje existentes nos dois estados brasileiros que ela percorre e as unidades de conservação ali estabelecidas, além do contexto internacional de bacia transfronteiriça, esta bacia se apresenta como prioritária para o estabelecimento de ações de planejamento e conservação dos recursos hídricos.

O presente estudo se constitui em uma ferramenta útil para o conhecimento sobre a composição média das águas naturais da região Amazônica e para entender os fatores que determinam a alteração desta composição na bacia do rio Purus. Com o intuito de contribuir para um melhor conhecimento da dinâmica da bacia do rio Purus, o presente estudo objetiva conhecer as características originais das águas, considerando que estas são os melhores parâmetros para medir a qualidade e o grau de impacto antrópico no sistema, entender os mecanismos que controlam a concentração dos elementos químicos, caracterizar a lixiviação e a ciclagem das espécies químicas e estimar processos erosivos e de transporte dos elementos nas águas naturais (Horbe et al., 2005). Neste contexto, pode-se considerar a possibilidade de avaliar o impacto do uso do solo na bacia do Purus por meio do monitoramento de alguma propriedade da água, já que a qualidade da água superficial é um bom indicador de tendência e de condição de uma bacia (Leonardo, 2003).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo corresponde à bacia do rio Purus entre os municípios de Boca do Acre e Beruri no Estado do Amazonas (Figura 1). O rio Purus é um dos grandes tributários do sistema Solimões-Amazonas, o qual tem suas nascentes nas colinas do arco Fitzcarrald, situado na floresta baixa peruana dos estados de Ucayali e Madre de Dios. É um dos rios mais longos de América do Sul e percorre em torno

de 3380 km, atravessando no Brasil os estados do Acre e Amazonas, antes de fazer sua foz no rio Solimões (Enciclopédia Howstuffworks, 2007). É classificado como rio de água branca apresentando padrão meândrico e água barrenta, rica em sedimentos andinos. Os principais afluentes do Purus na margem esquerda são os rios Curanja (no Peru), Pauini e Tapauá e, na margem direita, os rios Chandless, Iaco, Acre, Ituxi, Mucuí e Ipixuna. O volume de água estimado gerado dentro da bacia é de 8500 m³/s (Hamski, 2006).

O estudo foi dividido em três partes: a primeira parte foi a análise de séries temporais de variáveis físico-químicas (temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais em suspensão) durante o período 1998-2006 para quatro locais de monitoramento na calha do rio Purus no estado do Amazonas (Seringal Caridade em Boca do Acre, Seringal Fortaleza em Pauini, Lábrea em Lábrea e Arumã em Beruri) (Figuras 1 e 2). Também foram analisadas variáveis de uso do solo (taxas anuais e valores acumulados de desmatamento) entre os anos de 2000 a 2006. Os dados de qualidade da água foram obtidos da base de dados da Agência Nacional das Águas (ANA) e os relacionados ao desmatamento foram obtidos na base de dados do projeto de estimativa do desmatamento bruto da Amazônia (PRODES) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A segunda parte refere-se à amostragem de água realizada em campo. Foram coletadas amostras pontuais de água do rio Purus e de corpos de água marginais (afluentes principais e lagos), localizados nos municípios de Lábrea, Canutama, Tapauá e Beruri, abrangendo deste modo os trechos médio e baixo da bacia. Foram amostrados 24 pontos durante a seca (01-11 de setembro de 2006), 44 pontos durante a cheia (30 de abril a 12 de maio de 2007) e 37 pontos durante a enchente (08-21 de dezembro de 2007), correspondendo aos períodos de água baixa, alta e média, respectivamente (Figura 2).

As análises da água foram realizadas no laboratório de limnologia da UFAM em Manaus. Todos os métodos utilizados estão descritos em APHA (2003). As análises de correlação (pearson/spearman) e a estatística descritiva foram feitas com o programa Mstat versão 12 (Wilkinson, 1990). O nível de significância adotado para estes testes foi $\alpha = 0,05$. Resultados descritivos são apresentados como média e desvio padrão.

Finalmente, foram utilizadas imagens do sensor TM/Landsat-5 com resolução espacial de 30 metros. O sensor TM fornece dados em sete bandas espectrais, mas neste trabalho utilizam-se apenas três bandas (TM3, TM4 e TM5) correspondentes às faixas

espectrais do visível (região do vermelho), infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente. A bacia do rio Purus é coberta por 25 cenas do sensor TM/Landsat-5. Para o estudo do estado atual do desmatamento e das formas de uso e ocupação do solo utilizou-se um conjunto de cenas de 2007. No processamento digital das imagens,

utilizaram-se os sistemas SPRING e ENVI 4.3, e o ArcGIS 9.1. A definição de classes de uso e cobertura do solo foi realizada por meio do georreferenciamento (registro) das imagens, seguido do mosaico e classificação.

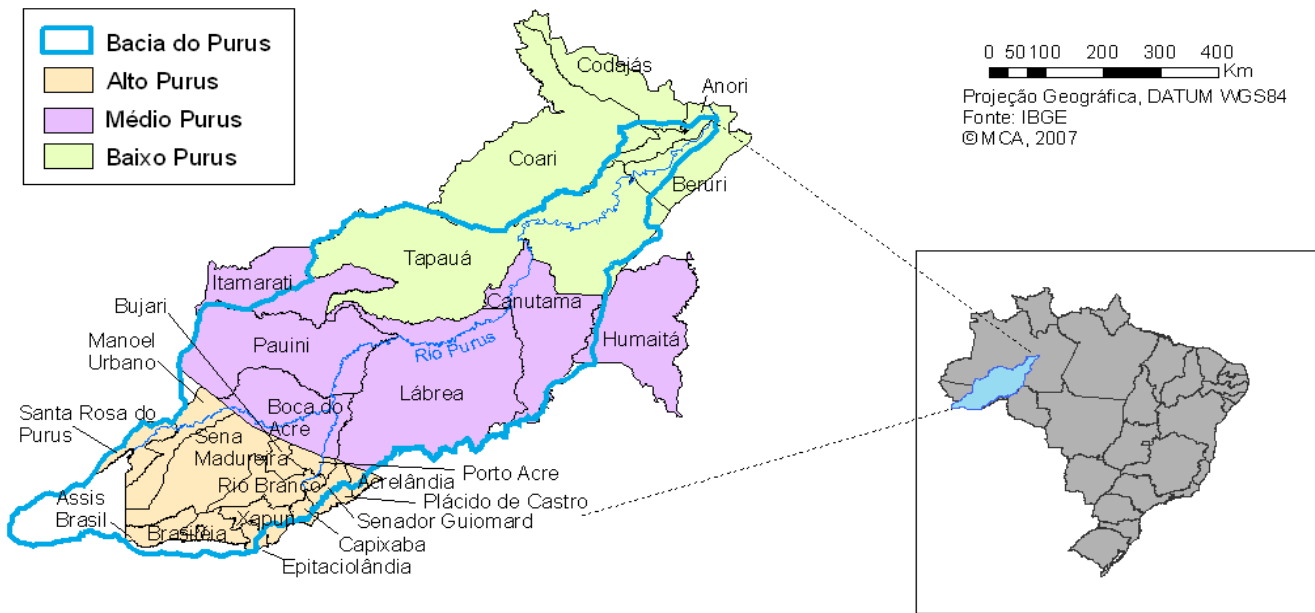


Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Purus.

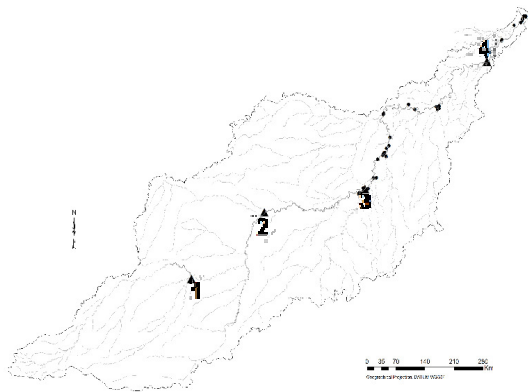


Figura 2 - Bacia hidrográfica do rio Purus mostrando os locais de coleta para o presente estudo (pontos pretos) e os locais de amostragem da ANA (triângulos pretos). Na sequência para os locais da ANA: 1- Seringal Caridade (Boca do Acre); 2 - Seringal Fortaleza (Pauini); 3 - Lábrea (Lábrea); 4 - Arumã (Beruri).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das variáveis limnológicas por período sazonal

Encontrou-se semelhança com dados registrados para águas naturais da região amazônica (Anonymus, 1972; Schmidt, 1972; Furch, 1984; Junk e Howard-Williams, 1984; Rai e Hill, 1984; Schäfer, 1984; Furch e Junk, 1997; Horbe *et al.*, 2005; Queiroz, 2006; Sant’ana, 2006; Santos *et al.*, 2006).

Os dados obtidos em campo são discutidos a seguir.

3.1.1. Águas do Rio Purus

Todas as variáveis de qualidade da água oscilaram de acordo com o período sazonal, em

especial a condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, pH, cor, dureza total, amônia, nitrito, nitrato e Demanda química de oxigênio (DQO). Durante o período da seca foram obtidos os maiores valores de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, pH, dureza total, amônia e Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅). Os maiores valores de fosfato, fósforo total, nitrito e DQO foram registrados no período da enchente. Este comportamento pode ser devido ao fato de que é durante as fases iniciais deste último período, quando a maior carga detrítica é transportada (Suguio e Bigarella, 1990). As variáveis transparência, turbidez, cor, sólidos totais em suspensão e nitrato apresentaram os maiores valores no período da cheia (Tabela 1).

Somente no período da seca o valor médio de turbidez foi análogo ao correspondente valor para o rio Solimões (Queiroz, 2006), porém foi relatado um valor quase três vezes maior para o rio Purus durante este mesmo período sazonal (HIBAM, 1997). Apesar de que a média de sólidos em suspensão totais foi semelhante aos valores publicados por Irion *et al.* (1997) para o rio Solimões/Amazonas, os valores de transparência foram menores do que o valor médio relatado para esse mesmo rio, principalmente no período da enchente, e este último fato seria devido aos maiores valores médios de cor, obtidos principalmente durante os períodos da enchente e cheia, em comparação com os valores para o rio Solimões (Junk e Howard-Williams, 1984; Furch e Junk, 1997). Só durante o período da seca, a média de nitrito foi comparável ao valor observado para o rio Solimões (Schmidt, 1972) e durante os períodos da enchente e cheia estes valores foram de cerca de nove vezes superior ao valor referido. Entretanto, durante o período da seca foi obtida uma concentração média de amônia cerca de sete vezes superior ao valor médio do rio Solimões registrado por Furch e Junk (1997) durante os anos 1981-1982 (Tabela 1).

Tabela 1 - Estatística descritiva para as águas brancas do rio Purus (valores médios e desvio padrão). SST - Sólidos em suspensão totais; C.E - Condutividade elétrica; O.D - Oxigênio dissolvido; N.T - Nitrogênio Total; DQO - Demanda química de oxigênio; DBO₅ - Demanda bioquímica de oxigênio; -: Dados não determinados.

Variável \ Período	Seca	Cheia	Enchente
C.E (μS/cm)	91,88 ± 36,05	26,36 ± 11,14	41,47 ± 16,46
O.D (mg/L-O ₂)	5,60 ± 2,08	3,02 ± 0,83	4,40 ± 0,35
Temperatura (°C)	30,08 ± 0,48	27,72 ± 0,82	29,49 ± 0,82
pH	7,12 ± 0,64	5,99 ± 0,51	6,55 ± 0,60
Transparência (cm)	24,6 ± 9,89	26,78 ± 10,17	13,2 ± 8,50
Turbidez (NTU)	22,44 ± 5,55	42,25 ± 27,83	7,72 ± 4,07
Cor (mg/L-Pt)	55,27 ± 18,53	259,93 ± 148,97	192,30 ± 64,02
SST (mg/L)	-	109,25 ± 75,91	87,33 ± 42,65
Dureza (mg/L-CaCO ₃)	41,64 ± 16,04	16,46 ± 10,14	21 ± 6,78
Fosfato (mg/L-PO ₄)	0,014 ± 0,006	0,022 ± 0,028	0,059 ± 0,028
Fósforo total (mg/L-P)	0,039 ± 0,028	0,038 ± 0,039	0,219 ± 0,077
Amônio (mg /L-NH ₄)	0,68 ± 0,56	0,082 ± 0,089	0,19 ± 0,19
Nitrito (mg /L-NO ₂)	0,005 ± 0,002	0,018 ± 0,016	0,019 ± 0,009
Nitrato (mg /L NO ₃)	0,044 ± 0,008	0,710 ± 0,202	0,205 ± 0,182
N.T (mg /L-N)	-	-	0,472 ± 0,183
DBO ₅	2,47 ± 0,52	1,56 ± 1,64	2,18 ± 1,85
DQO	3,74 ± 1,32	26,52 ± 1,99	33,96 ± 3,24

3.1.2. Principais rios tributários do rio Purus e lagos associados

Durante o período da seca foram obtidos os maiores valores de condutividade elétrica, DBO₅, amônia, pH e turbidez (Tabela 2). Os maiores valores de fosfato, fósforo total, DQO e sólidos suspensos totais foram observados no período da enchente. Durante o período da cheia as variáveis cor e nitrato apresentaram os maiores valores, e oxigênio dissolvido e temperatura os menores. Os menores valores de transparência foram obtidos no período da enchente. Considerando que estes corpos da água apresentaram características visuais que lembram as clássicas águas pretas da região, procedeu-se a fazer uma comparação com alguns dos corpos da água preta mais conhecidos. Foi observado que a média dos valores de cor para os lagos, durante a cheia, foi semelhante e durante a seca e enchente foram cerca de 5,2 vezes menor do que o valor observado para o Lago Ria Tarumã Mirim, no baixo rio Negro. Os valores médios desta variável para os rios durante os períodos da seca e enchente foram cerca de 3,6 e 8,0 vezes menor do que o valor do rio Negro, respectivamente (Furch e Junk, 1997). Apenas durante o período da enchente, os valores de DQO para lagos e rios foram semelhantes aos valores relatados para o Rio Negro. Por outro lado, durante a seca e cheia esses valores foram, em média, cerca de

7,1 e 2,2 vezes inferiores ao valor supracitado, respectivamente (Furch e Junk, 1997).

A média dos valores de nitratos para lagos e rios foram análogos aos valores relatados para o Rio Negro (Junk e Howard-Williams, 1984; Furch e Junk, 1997), exceto na cheia, quando estes valores foram cerca de duas vezes maiores do que o valor médio calculado durante os anos 1976-1978 para esse mesmo corpo de água (Furch e Junk, 1997). Os valores médios desta variável para lagos, durante a seca, foram duas vezes mais baixos e durante a enchente e cheia, foram cerca de 2,5 e 4,6 vezes superior ao valor registrado no Lago Ria Tupé, localizado na margem esquerda do rio Negro, respectivamente (Furch e Junk, 1997). Para água preta, o pH durante a seca é muito alto com valores de 6,89 e 7,34, o qual pode estar evidenciando algum erro do aparelho de medição ou que verdadeiramente devem ser estudadas em detalhe a procedência destas águas e a geologia das áreas circundantes no intuito de categorizar melhor estes corpos da água (W.J. Junk, comunicação pessoal). Uma vez que não foi evidenciada influência antrópica em torno dos locais de amostragem, os altos valores médios de amônio (até 0,4 mg/L) observados durante o período da seca, poderiam ser explicados, de acordo com Horbe *et al.*, 2005, devido à ocorrência de descargas elétricas que contribuem no conteúdo deste cátion, especialmente em águas naturais (Tabela 2).

Tabela 2 - Estatística descritiva para rios tributários do rio Purus e lagos associados, bacia do rio Purus (média e desvio padrão).
 Obs: SST - Sólidos em suspensão totais; C.E - Condutividade elétrica; O.D - Oxigênio dissolvido; N.T - Nitrogênio Total; DQO - Demanda química de oxigênio; DBO₅ - Demanda bioquímica de oxigênio; -: Dados não determinados.

Variável \ Período	Seca	Cheia	Enchente
Lagos			
C.E (µS/cm)	25,94 ± 18,81	8,1 ± 5,88	13,23 ± 8,62
O.D (mg/L-O ₂)	2,62 ± 1,07	1,8 ± 0,62	3,33 ± 1,78
Temperatura (°C)	30,94 ± 2,23	27,99 ± 0,54	30,95 ± 2,34
pH	6,89 ± 0,71	5,40 ± 0,41	5,20 ± 0,74
Transparência (cm)	120 ± 0,0	110,43 ± 28,24	52,67 ± 35,23
Turbidez (NTU)	6,82 ± 7,96	4,61 ± 6,46	1,00 ± 0,89
Cor (mg/L-Pt)	26,48 ± 9,54	143,24 ± 163,72	27,80 ± 14,34
SST (mg/L)	-	35,62 ± 34,97	66,83 ± 40,06
Dureza (mg/L-CaCO ₃)	12,90 ± 10,04	3,72 ± 2,62	6,22 ± 3,69
Fosfato (mg/L-PO ₄)	0,010 ± 0,003	0,009 ± 0,0	0,021 ± 0,012
Fósforo total (mg/L-P)	0,027 ± 0,004	0,014 ± 0,003	0,071 ± 0,036
Amônio (mg /L-NH ₄)	0,49 ± 0,25	0,124 ± 0,083	0,104 ± 0,109
Nitrito (mg /L-NO ₂)	0,004 ± 0,0	0,004 ± 0,0	0,038 ± 0,081
Nitrato (mg /L NO ₃)	0,04 ± 0,0	0,418 ± 0,250	0,221 ± 0,402
N.T (mg /L-N)	-	-	0,511 ± 0,396
DBO ₅	7,03 ± 1,11	1,35 ± 1,76	2,05 ± 1,02
DQO	12,72 ± 5,61	23,66 ± 4,43	43,96 ± 17,38
Rios			
C.E (µS/cm)	15,10 ± 0,1	8,40 ± 2,32	8,00 ± 4,04
O.D (mg/L-O ₂)	5,80 ± 2,26	1,03 ± 0,33	3,53 ± 1,53
Temperatura (°C)	30,27 ± 0,06	28,00 ± 1,41	29,02 ± 0,52
pH	7,34 ± 0,50	5,31 ± 0,36	5,33 ± 0,73
Transparência (cm)	-	91,00 ± 34,59	59,75 ± 21,70
Turbidez (NTU)	18,33 ± 1,53	5,78 ± 5,13	1,06 ± 0,61
Cor (mg/L-Pt)	44,13 ± 5,94	232,63 ± 171,35	20,20 ± 9,91
SST (mg/L)	-	54,50 ± 31,65	78,50 ± 15,22
Dureza (mg/L-CaCO ₃)	4,70 ± 1,27	5,54 ± 3,16	5,88 ± 4,66
Fosfato (mg/L-PO ₄)	0,012 ± 0,003	0,009 ± 0,0	0,018 ± 0,008
Fósforo total (mg/L-P)	0,027 ± 0,004	0,015 ± 0,004	0,115 ± 0,073
Amônio (mg /L-NH ₄)	0,70 ± 0,85	0,114 ± 0,063	0,291 ± 0,280
Nitrito (mg /L-NO ₂)	0,007 ± 0,004	0,004 ± 0,0	0,004 ± 0,0
Nitrato (mg /L NO ₃)	0,052 ± 0,021	0,471 ± 0,162	0,04 ± 0,0
N.T (mg /L-N)	-	-	0,400 ± 0,217
DBO ₅	3,13 ± 0,15	0,94 ± 0,64	1,91 ± 1,64
DQO	5,37 ± 2,04	24,37 ± 3,36	43,39 ± 18,42

3.1.3. Lagos de várzea na planície fluvial do rio Purus

Este foi o grupo de dados que apresentou as menores variações sazonais da qualidade da água para as variáveis selecionadas, com exceção de DQO, DBO₅ e nitrato. Mesmo assim durante o período da seca foram obtidos os maiores valores de

condutividade elétrica, pH, dureza total, amônio e turbidez. Os maiores valores de fosfato, fósforo total, DQO, sólidos totais em suspensão, DBO₅, nitrito, oxigênio dissolvido e temperatura foram observados no período da enchente. As variáveis cor, transparência e nitrato apresentaram os maiores valores durante o período da cheia.

Ao contrário dos valores publicados por Furch (1984) e Furch e Junk (1997) para o Lago Castanho, a média dos valores de condutividade elétrica estiveram entre 22,07-28,92 µS/cm. A média de Cor foi

comparável com o valor registrado na frente do lago Camaleão (Furch e Junk, 1997), com exceção da cheia quando foi observado um valor quase nove vezes superior e sendo semelhante ao valor médio, obtido no presente trabalho, para as águas brancas do Rio Purus. Os valores médios de dureza total foram um pouco mais elevados do que o valor registrado no rio Solimões (Junk e Howard-Williams, 1984). A média do conteúdo de amônio foi quase cinco vezes superior aos valores registrados para o lago Camaleão de novembro de 1980 até novembro de 1982,

respectivamente, e os valores de DBO₅, especialmente na enchente e cheia, foram significativamente inferiores aos valores relatados para este mesmo lago (Furch e Junk, 1997). Coerentemente, a concentração média de nitrogênio total esteve em um ponto intermediário entre o valor médio registrado para o Rio Negro (Anonymus, 1972) e do valor médio registrado para o Rio Solimões (Schmidt, 1972). (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da estatística descritiva para lagos de várzea na planície fluvial do rio Purus, bacia do rio Purus (valores médios e desvio padrão). SST - Sólidos em suspensão totais; C.E - Condutividade elétrica; O.D - Oxigênio dissolvido; N.T - Nitrogênio Total; DQO - Demanda química de oxigênio; DBO₅ - Demanda bioquímica de oxigênio; -: Dados não determinados.

Variável \ Período	Seca	Cheia	Enchente
C.E (µS/cm)	28,92 ± 10,76	22,07 ± 8,02	28,13 ± 11,43
O.D (mg/L-O ₂)	2,75 ± 0,13	2,55 ± 1,18	3,65 ± 1,04
Temperatura (°C)	29,27 ± 3,37	28,46 ± 0,79	30,45 ± 0,60
pH	7,03 ± 0,75	6,22 ± 0,26	6,52 ± 0,73
Transparência (cm)	64,50 ± 45,96	64,62 ± 30,09	43,67 ± 21,21
Turbidez (NTU)	22,0 ± 17,09	12,47 ± 8,72	2,62 ± 1,57
Cor (mg/L-Pt)	41,39 ± 14,32	261,95 ± 143,18	22,81 ± 19,12
SST (mg/L)	-	35,87 ± 21,38	86,65 ± 58,19
Dureza (mg/L-CaCO ₃)	14,28 ± 6,16	11,52 ± 5,13	12,80 ± 5,07
Fosfato (mg/L-PO ₄)	0,018 ± 0,013	0,019 ± 0,025	0,025 ± 0,011
Fósforo total (mg/L-P)	0,039 ± 0,013	0,062 ± 0,039	0,102 ± 0,036
Amônio (mg /L-NH ₄)	0,40 ± 0,34	0,086 ± 0,050	0,342 ± 0,158
Nitrito (mg /L-NO ₂)	0,004 ± 0,0	0,005 ± 0,002	0,005 ± 0,003
Nitrato (mg /L NO ₃)	0,040 ± 0,0	0,507 ± 0,177	0,046 ± 0,021
N.T (mg /L-N)	-	-	0,482 ± 0,201
DBO ₅	-	2,04 ± 1,64	3,15 ± 1,42
DQO	12,15 ± 1,17	32,84 ± 12,27	39,02 ± 8,29

3.2. Comparação dos valores médios apresentados pelas variáveis limnológicas em cada período sazonal

O estudo comparativo dos valores médios apresentados pelas diferentes variáveis analisadas durante os períodos da Seca (S), Cheia (Ch) e Enchente (E) conduz às seguintes diferenciações: Em relação às águas brancas do rio Purus, para Condutividade, OD, temperatura, pH, dureza, amônio e DBO, S>E>Ch. Para cor e nitratos, Ch>E>S. Para fosfato e DQO, E>Ch>S. Para turbidez, Ch>S>E. Para SST, Ch>E. Para fósforo total, E>S≈Ch. Para nitrito, E≈Ch>S.

Em relação às águas dos rios tributários do rio Purus, especialmente os seus lagos associados, para condutividade, dureza e DBO, S>E>Ch. Para OD, fosfato e fósforo total, E>S>Ch. Para pH e turbidez, S>Ch>E. Para cor, amônio e nitrato, Ch>E>S. Para DQO, E>Ch>S. Para temperatura, E≈S>Ch. Para nitrito, E>S≈Ch. Para SST, E>Ch.

Em relação aos lagos de várzea da planície fluvial do rio Purus, para condutividade, pH, dureza e amônio, S>E>Ch. Para OD e temperatura, E>S>Ch. Para fosfato, fósforo total e DQO, E>Ch>S. Para turbidez, S>Ch>E. Para cor, Ch>S>E. Para SST e DBO, E>Ch. Para nitrito, E≈Ch>S. Para nitrato, Ch>E>S.

3.3. Análise das séries históricas da ANA

A condutividade elétrica e os sólidos em suspensão totais decrescem de montante para jusante da calha do rio Purus, o qual poderia ser explicado pelo incremento das atividades associadas ao uso do solo, concentradas nos municípios de Boca do Acre e Lábrea, como desmatamento, pecuária e agricultura (Figura 3). Isto ocorre devido à presença de quatro frentes de desmatamento que correspondem com processos migratórios procedentes dos estados vizinhos (Acre e Rondônia), os quais estão sendo estimulados pela expansão da fronteira agrícola e pela exploração predatória de madeira; assim como também por causa da implantação de culturas

intensivas de grãos em áreas de campos naturais de Lábrea (Sanches *et al.*, 2007). Entretanto, foi observado um aumento da turbidez de montante para jusante, o qual poderia ser explicado devido a perda de solos e escoamento superficial de todas as áreas de contribuição ao longo da calha (Leonardo, 2003). Este último fato poderia ser responsável também pela leve diminuição do oxigênio dissolvido de montante para jusante. O pH apresentou uma diminuição de montante para jusante e a temperatura mostrou um leve aumento nesta mesma direção.

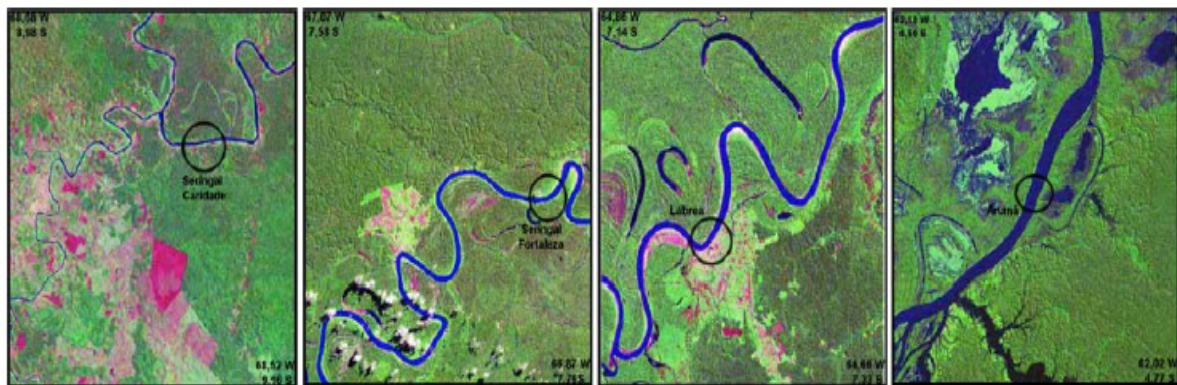


Figura 3 - Cobertura do solo no entorno dos pontos de amostragem de água da ANA, segundo Silva *et al.*, 2007. Na sequência: 1- Seringal Caridade (Boca do Acre); 2 - Seringal Fortaleza (Pauini); 3 – Lábrea (Lábrea); 4 – Arumã (Beruri). Classes: Cor vermelha-área desmatada; cor verde-floresta; cor azul-hidrografia.

3.4. Qualidade da água e uso do solo na bacia do rio Purus

A bacia hidrográfica do rio Purus está inserida dentro do grupo de bacias que ainda se encontram em bom estado de conservação dentro da Amazônia brasileira (Trancoso *et al.*, 2005). A cobertura de floresta corresponde à maior percentagem da área e por isto outros autores têm considerado que esta bacia se localiza dentro de uma região de floresta quase intacta (Fearnside e Laurence, 2002; Figura 4).

As maiores taxas de desmatamento foram observadas em Boca do Acre e Lábrea, os quais são municípios que apresentam grandes áreas desmatadas e, portanto os maiores valores para o desmatamento

total acumulado (DTA). Este último fato pode estar relacionado com o acesso por estrada a estas áreas. Segundo Sousa Júnior *et al.*, (2006) a ocupação de fronteira se concentra nos municípios de Sena Madureira, no estado do Acre, e Boca do Acre e Lábrea, no estado do Amazonas, os quais se constituem em um eixo de extensão da estrada Transamazônica (BR-230) no trecho Humaitá-Lábrea. As menores taxas de desmatamento foram observadas em Pauini e Beruri onde o acesso até a floresta por via estrada é quase inexistente. Não foram encontradas relações entre os valores das taxas de desmatamento (TD) com aqueles das variáveis de qualidade da água, em nenhum dos quatro locais de monitoramento da ANA (Figuras 2 e 3), durante o período de seis anos

que foi abordado nesta parte do estudo.

Todavia, o DTA influencia a qualidade da água principalmente em Lábrea onde foram observados os maiores valores para esta variável. A localização da estação de coleta na frente da cidade de Lábrea pode explicar, em certa forma, este comportamento já que, a diferença deste local, o local 1 (Seringal Caridade) e local 2 (Seringal Fortaleza) se encontram à jusante das cidades de Boca do Acre e Pauini, respectivamente. Por outro lado, o local 4 (Arumã) se encontra bem à montante da cidade de Beruri em uma área de bastante conservação (Figuras 3 e 4). O DTA se correlaciona com mudanças da temperatura nos locais 2 e 3, dos sólidos em suspensão totais no local 4, do oxigênio dissolvido no local 3, do pH nos locais 1, 2, 3, 4, e da turbidez no local 3 (Figura 3).

O pH foi a variável de qualidade de água que apresentou mais influência devido ao DTA. Percebeu-se que o aumento desta última variável contribuiu para a diminuição da primeira, de forma geral, nos quatro locais. Este fato evidenciou que tanto pequenos acréscimos no DTA, como os apresentados em Beruri, quanto maiores acréscimos para esta variável, como aqueles apresentados em Lábrea, podem ser determinantes sobre a redução dos valores de pH da bacia. Isto pode ser explicado porque, provavelmente, em áreas desmatadas da bacia do Purus, e por causa das alterações do escoamento superficial (Salati, 2006), as substâncias que produzem acidez se deslocam com maior facilidade para os corpos de água produzindo, deste modo, diminuição no pH. Segundo dados apresentados por Kunkle (1974), a partir de experimentos realizados em duas bacias localizadas na América do Norte, o desmatamento realizado em uma bacia elevou a quantidade de bicarbonato ($\text{HCO}_3\text{-C}$) na água em cerca de 280% em

relação a outra bacia sem intervenções deste tipo. Considerando que esta formação do bicarbonato se deve à dissociação do ácido carbônico com liberação de íons H^+ , pode-se esperar, como consequência, um decréscimo do pH da água (Lampert e Sommer, 1997), o que finalmente indicaria, para este estudo, que o desmatamento foi indiretamente responsável pela diminuição do pH.

Outra explicação para este comportamento, considerando o ciclo global do carbono, é que o desmatamento reduz o fluxo e fixação naturais de CO_2 (Goudie, 2000) e considerando que a presença deste gás se relaciona com variações no pH (Lampert & Sommer, 1997), pode-se inferir que possíveis reduções nesta última variável sejam determinadas pelo desmatamento. O tipo de solo e o desmatamento acumulado na bacia também poderiam estar relacionados com este processo, já que tipos turbosos de solos que se encontram na superfície das planícies inundáveis podem reduzir o pH (Mizuno & Mori, 1970) e, deste modo, a destruição progressiva da cobertura vegetal na bacia do Purus talvez possa ser responsável pela intensificação deste fenômeno.

Nos locais 2 (Seringal Fortaleza) e 3 (Lábrea) o DTA se correlacionou positivamente com a temperatura, no local 4 (Arumã) com os sólidos em suspensão totais, no local 3 (Lábrea) esta correlação foi positiva com o OD e negativa com a turbidez.

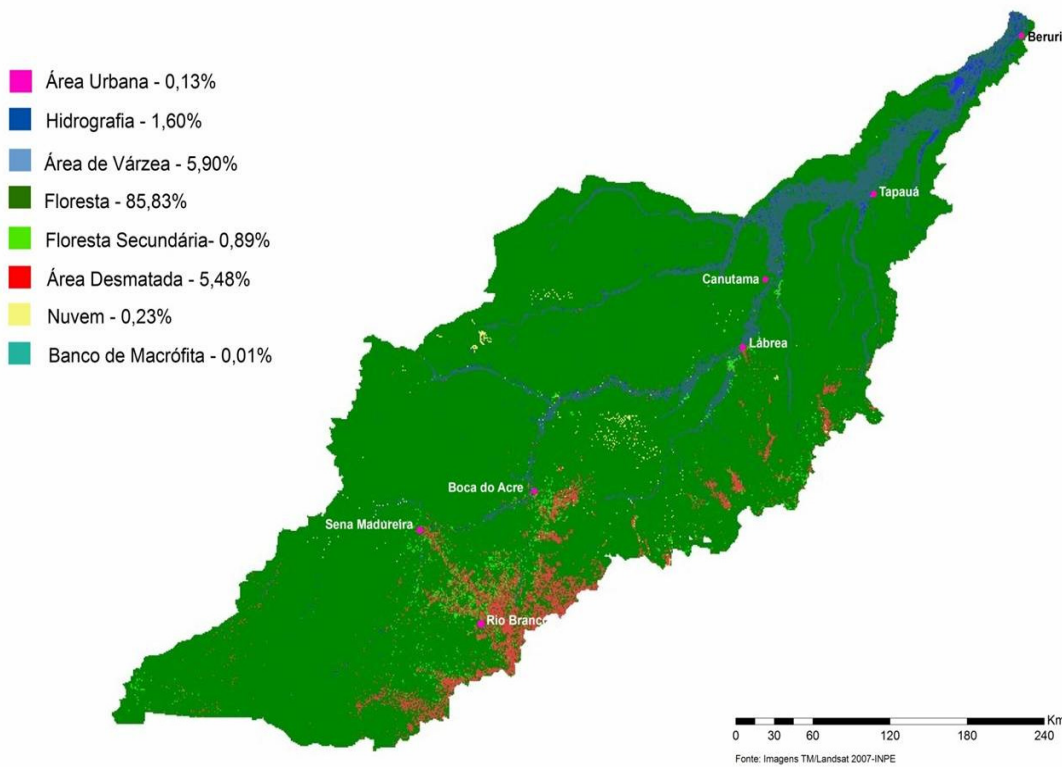


Figura 4 - Uso do solo e cobertura da terra na bacia do rio Purus, 2007.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à qualidade da água da bacia do rio Purus foi observado que, com algumas exceções, os valores apresentados pelas diferentes variáveis analisadas se assemelharam com valores registrados em outras regiões da Amazônia para águas naturais (Furch e Junk, 1997; Horbe *et al.*, 2005; Queiroz, 2006; Sant'ana, 2006; Santos *et al.*, 2006), e que em termos gerais os atributos visuais/oculares da água não são suficientes para decidir sobre a classificação de um corpo da água. Os períodos sazonais influenciaram, de forma diferenciada, algumas das variáveis limnológicas analisadas no presente estudo, especialmente aquelas relacionadas com a quantidade de sedimentos e matéria orgânica presentes na água. O pH está mais relacionado com o DTA na bacia. Não foram encontradas relações entre os valores do TD com aqueles das variáveis de qualidade da água. Percebe-se que os efeitos do desmatamento sobre a qualidade da água na bacia do Purus estão relacionados mais com a área total

desmatada do que com as taxas anuais, e aqueles efeitos começam a ser visíveis quando certo nível de desmatamento é atingido. Mesmo do bom estado de conservação na maior parte da bacia, impactos sobre a qualidade da água causados por intervenções antrópicas são evidentes, especialmente no entorno das áreas urbanas e em escala local. Para poder manter o estado de conservação da bacia do Purus é necessário implementar um programa de gestão transfronteiriço que considere as diferenças existentes ainda dentro das tradicionais categorias de classificação da bacia tais como alto, médio e baixo Purus, o qual pode servir de modelo para conservação no Brasil e em outros países da Amazônia.

5. AGRADECIMENTOS

Estudo realizado com financiamento do PPG-7, processo N. 556899/2005-9. Agradecemos a Rita Mileni de Souza, Zeina Oliveira, Renata Veiga, Paola Campos, Mayra, Paulo Ricardo, Rafael Santana e Diogo Campos pela colaboração no laboratório de

limnologia da Faculdade de Ciências Agrárias da UFAM. Agradecimentos também ao Programa de Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (PPG-CASA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus. O primeiro autor é “Bolsista da CAPES/CNPq – IEL Nacional – Brasil”.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anonymus. 1972. Die Ionenfracht des Rio Negro, Staat Amazonas, Brasilien, nach Untersuchungen von Dr. Harald Ungemach. *Amazôniana*, v.3, p.175-185.

APHA. 2003. American Public Health Association. Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater. New York.

Encyclopedia Howstuffworks. 2007. Learn about Purus river. <<http://reference.howstuffworks.com/purus-river-encyclopedia.htm>>. Acesso em 13 Nov 2007.

Fearnside, P. M.; Laurence, W. 2002. O futuro da Amazônia: os impactos do Programa Avança Brasil. *Ciência Hoje*, v.31, n.182, p.61-65.

Furch, K. 1984. Water chemistry of the Amazon basin: The distribution of chemical elements among freshwaters. In: Sioli H, editor. *The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Junk. Dordrecht. Netherlands, pp. 167-199.

Furch, K.; Junk, WJ. 1997. Physicochemical Conditions in the Floodplains. In: Junk WJ, editor. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 69-108.

Goudie, A. 2000. *The Human Impact on the Natural Environment*. 5ª Edição, 511p.

Hamski, J.; Lefavour, G.; Alsdorf, D.; Pavelsky, T. 2006. Estimating water slope in Amazon River tributaries using the shuttle radar topography mission digital elevation model. *Eos Trans. AGU*, v.87, n.52, Fall Meet. <<http://www.agu.org/cgi-bin/SFgate>>. Acesso em: 08/05/2008.

HiBAm. Projeto de pesquisa - Hidro-geodinâmica atual da bacia amazônica, realizado em cooperação científica: convênio IRD(UMR-LMTG) / CNPq(Ana, UnB) - Processo nº 910011/97-4. <mafalda.teledetection.fr/hybam/whybam2>. Acesso em: 25/10/2007.

Horbe, A. M. C.; Gomez, I. L. F.; Miranda, S. F.; Silva, M. S. R. 2005. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. *Acta Amazônica*, v.35, n.2, p.119-124.

Irion, G.; Junk, W.J.; Mello, J.A.S.N. 1997. The large Central Amazonian River floodplains near Manaus: Geological, climatological, hydrological and geomorphological aspects. In: Junk WJ, editor. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 23-46.

Junk, W.J.; Howard-Williams, C. 1984. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia. In: Sioli H, editor. *The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Junk. Dordrecht. Netherlands, pp. 269-293.

Kunkle, S. H. 1974. Water - its quality often depends the forester. FAO editors. Technical Document. Unasyva. n.105. <fao.org/docrep/e7730e/e7730e02.htm>. Acesso em: 12/02/2008.

Lampert, W.; Sommer, U. 1997. *Limnoecology: The Ecology of lakes and streams*. Oxford University press. New York.

Leonardo, H. L. 2003. Indicadores de qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do estado do Paraná. 121f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Mizuno, T.; Mori, S. 1970. Preliminary hydrobiological survey of some Southeast Asian inland waters. *Biological Journal of the Linnean Society*. n.2, p.77-117.

Queiroz, M. M. A. 2006. Composição química e Isótopos de estrôncio das águas ao longo do rio Solimões na região entre Manacapurú e Alvarães – Amazonas - Brasil. 78f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus – Brasil.

Rai, H.; Hill, G. 1984. Microbiology of Amazonian waters. In: Sioli, H. (ed.). *The Amazon- Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Junk. Dordrecht. Netherlands.

Salati, E.; Santos, A. A. 2006. Israel Klabin. Dossiê Brasil: o país no futuro. *Estudos Avançados*, v.20, n.56. São Paulo.

Sanches, M. V.; Assis, F. P.; Bueno, C. R.; Da Silva, N. M.; Rubio, V. 2007. *Análise Ambiental e de Sustentabilidade do Estado do Amazonas*. United Nations Publication, Santiago, Chile.

Sant'ana, A. C. 2006. *Análise Multivariada da Qualidade da Água Superficial no município de Boa Vista-RR*. 100p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista - Brasil.



- Santos, I. N.; Horbe, A. M. C.; Silva, M. S. R.; Miranda, S. A. F. 2006. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do Rio Tatumã e afluentes - AM. *Acta Amazônica*, v.36, n.2, p.229-236.
- Schäfer, A. Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais. Editora da Universidade, Porto Alegre, FRGS, 533p, 1984.
- Schmidt, G.W. 1972. Chemical properties of some waters in the tropical rain-forest region of Central Amazonia along the new road Manaus-Caracará. *Amazoniana*, n.3, p.199-207.
- Silva, A. E. P.; Angelis, C. F.; Machado, L. A. T. 2007. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. In: *Annals of the XIII Brazilian Symposium of Remote Sensing*, INPE, Florianópolis, Brazil, p.3577-3584.
- Sousa Júnior, W. C.; Waichman, A. V.; Gumiero, A. L.; Sinisgalli, P. A. 2006. Gestão das águas na Amazônia: a bacia do rio Purus. In: *Workshop sobre gestão estratégica de recursos hídricos*. Brasília. <161.24.12.176:8080/file.php/1/Artigos_ITA/Gestao_Estrategica_2006_Wilson_et_al_Puru.pdf>. Acessado em: 08/02/ 2008.
- Souza, L.A.N. 2006. Conflitos agrários no Purus. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <eduardorios17@hotmail.com> em 16/05/2006.
- Suguio, K.; Bigarella, J. J. 1990. *Ambientes fluviais*. 2a edição. Editora da UFSC: Editora da Universidade Federal do Paraná, Brasil.
- Théry, H. 2005. Situações da Amazônia no Brasil e no continente. *Estudos Avançados*, v.19, n.53, p. 37-49.
- Trancoso, R.; Carneiro Filho, A.; Ferreira, D. A. C.; Nogueira, S. P. 2005. Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta para o diagnóstico e gestão de macrobacias no arco do desmatamento na Amazônia. In: *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, 16-21 de abril, 2005. *Anais. INPE*, p. 2405-2412.
- Wilkinson, L. 1990. *SYSTAT: The system for statistics*. SYSTAT, Inc., Evanston, Illinois.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO USO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TERRA BRANCA – UBERLÂNDIA – MG

EVALUATION OF WATER QUALITY AND LAND USES OF DRAINAGE BASIN OF TERRA BRANCA STREAM - UBERLANDIA - MG

Fausto Miguel da Luz Netto
Instituto de Geografia – Universidade Federal de Uberlândia – UFU
faustoluz_netto@hotmail.com

Jean Roger Bombonato Danelon
Instituto de Geografia – Universidade Federal de Uberlândia – UFU
jean.geoufu@yahoo.com.br

Silvio Carlos Rodrigues
Instituto de Geografia – Universidade Federal de Uberlândia – UFU
silgel@ufu.br

RESUMO

O conhecimento das características referentes à qualidade da água e ao do uso da terra de uma bacia hidrográfica é de suma importância, pois toda a forma de uso implementada na mesma influencia direta e indiretamente sobre a qualidade e na disposição dos recursos hídricos. Este artigo tem como objetivo relacionar parâmetros químicos e físicos das águas do córrego Terra Branca com as formas de uso e ocupação da terra da bacia drenante, identificando possíveis relações das diversas formas de uso da terra com as possíveis variações nestes. Os parâmetros de qualidade da água foram avaliados com base na resolução 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente com a finalidade de identificar se os mesmos estão de acordo com o determinado pela legislação brasileira. Os resultados mostraram que a qualidade da água da bacia necessita-se de cuidado especial tanto para o tratamento como para a forma de uso na agricultura e pecuária e o uso da terra é de forma intensiva e não promove a preservação das áreas de proteção permanente e das reservas legais, ou seja, não estão de acordo com a legislação ambiental do país.

Palavras-chave: Monitoramento Ambiental, qualidade da água, uso da terra, Uberlândia

ABSTRACT

The characteristics knowledge referred to the water quality and land use of a watershed is extremely important, because every usage manners implemented in it influence directly and indirectly the quality and provision of water resources. This article aims to relate physical and chemical parameters of water of the Terra Branca Stream with ways of land use and occupation of the drainage basin, identifying possible relations of the various forms of land use with the possible variations on these. The water quality parameters were compared to the resolution 357/05 of the Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA-BRAZIL) in order to identify whether they are in agreement with that determined by the Brazilian legislation. The results of this research have shown that the water quality of the watershed needs special attention for both treatment and way of use in agriculture and cattle raising and the land use is intensive and does not promote the preservation of permanent protection areas and legal reserves, that is, it is not in agreement with the country environmental legislation.

Keywords: Environmental Monitoring , water quality, land use, Uberlândia.

1. INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica é um grande complexo em que todas as atividades implementadas, interferem direta ou indiretamente em seus cursos d'água. As atividades econômicas, seja agricultura ou pecuária, promovem a retirada da vegetação natural, expondo o solo a possíveis processos erosivos intensificados pela ação do escoamento superficial, carreando para os cursos de drenagem, sedimentos, detritos orgânicos e inorgânicos que interferem na qualidade da água e ainda podem assorear os cursos d'água.

A necessidade de monitorar e analisar o uso da terra de uma bacia hidrográfica, parte da concepção de que todas as atividades impactam os cursos d'água e, por conseguinte, na qualidade da água e na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica. As práticas agrícolas e pecuárias cada vez mais intensificadas promovem a exploração da água e do solo, e degradam cada vez mais os recursos hídricos, causando principalmente erosão nas margens e o assoreamento dos cursos d'água (Ribeiro, 2008). Este artigo tem como objetivo avaliar a evolução da qualidade da água da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca com a evolução do uso da terra entre agosto de 2010 à junho de 2011, apresentando possíveis relações entre as práticas de uso da terra com a qualidade hídrica desta bacia.

Nas concepções de Ross (1994), os ambientes naturais encontram-se em estado de equilíbrio dinâmico até quando as sociedades humanas passaram gradativamente a interferir nessa dinâmica, quebrando a lógica do equilíbrio natural dos ambientes. A forte industrialização e o intenso uso da terra para a agricultura, pecuária e dentre outras, a exploração energética tem provocado intensas mudanças na dinâmica natural e como consequência, a processos degenerativos profundos no meio ambiente.

A qualidade da água de um curso d'água é o resultado de todos os fenômenos naturais e antrópicos presentes em uma bacia hidrográfica, ou seja, a qualidade da água de uma determinada região depende das condições naturais e do uso e ocupação da terra. As interferências antrópica podem intensificar o escoamento superficial e ainda introduz compostos sobre o solo, refletindo sobre os cursos d'água (Sperling, 2005).

Neste trabalho, foram escolhidos treze

parâmetros a fim de estabelecer a qualidade dos corpos d'água e guiar seus melhores usos, como: potencial hidrogeniônico (pH); nitrogênio amoniacal; nitrato; nitrito; cloretos; cloro; demanda química de oxigênio; dureza; ferro; fósforo total; oxigênio dissolvido e turbidez.

O pH nos corpos d'água está relacionada na dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, fotossíntese e oxidação da matéria orgânica e da ação antrópica através de despejos domésticos e industriais. Na questão sanitária, somente em águas extremamente ácidas ou básicas, poderiam causar algum tipo de irritação na pele e nos olhos (Sperling, 2005).

O nitrogênio é encontrado em diversos estados nos corpos d'água, sendo eles, o nitrogênio orgânico, nitrogênio molecular, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, gerados por ações naturais ou de compostos biológicos ou por ação antrópica pelo uso de fertilizantes, excrementos de animais e despejos domésticos e industriais (Sperling, 2005).

Os Cloretos não provocam problemas sanitários, porém podem indicar fontes de poluição nos corpos d'água e estão relacionados com a presença da dissolução de sais e do despejo de efluentes domésticos e industriais.

O Cloro é utilizado na desinfecção dos corpos d'água com a finalidade de destruir ou tornar inativos os organismos patogênicos. Sua utilização requer controle e cautela, já que alguns estudos comprovam que em grandes concentrações nas águas combinando-se com a os compostos orgânicos, originando os trihalometanos, este último sendo cancerígeno (Meyer, 1994).

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro referente ao consumo de oxigênio dissolvido necessário para oxidar a matéria orgânica, sendo um dos parâmetros de maior importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água (Sperling, 2005).

A Dureza refere-se à concentração de cátions multimetálicos em solução presentes nos corpos d'água de origem natural através da dissolução de minerais que apresentam em sua composição cálcio e magnésio e da ação humana através dos despejos industriais. Em grandes concentrações, a dureza pode ter efeito laxativo e causar sabor desagradável à água. (Sperling, 2005).

O Ferro está presente na água pela decomposição e dissolução do solo e das rochas e não apresenta problemas de ordem sanitária, porém certa concentração imprime sabor à água e ainda produz manchas em vestimentas e em aparelhos domésticos (Libânio, 2008).

O Fósforo está presente nos corpos d'água em diversas formas, sendo elas: ortofostato, polifostato e fosfato orgânico. Este parâmetro não provoca problemas sanitários e suas concentrações dependem do pH da água. Sua origem natural está ligado com a composição do solo, dissolução de rochas e sua origem antrópica está relacionada com os despejos industriais e domésticos, detergentes, fertilizantes e excretas de animais (Sperling, 2005).

O Oxigênio Dissolvido é considerado o parâmetro mais importante para se avaliar a qualidade do meio aquático, pois influencia diretamente na vida dos seres aquáticos, têm origem antrópica por lançamento de efluentes e/ou natural através da velocidade do curso d'água e as atividades fotossintéticas no meio aquático (Libânio, 2008).

A Turbidez é uma propriedade física presente nos corpos d'água através dos sedimentos em suspensão, influenciados pelo silte, argila, areia, detritos orgânicos e dentre outros, interferindo na quantidade dos raios solares que penetram no meio

aquático e, por conseguinte, em toda a comunidade aquática (Sperling, 2005).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O córrego Terra Branca localiza-se entre as coordenadas geográficas $18^{\circ}15'30''S$ e $48^{\circ}13'0''W$ na porção leste do município de Uberlândia, tendo sua nascente dentro da área urbana da cidade, conforme a Figura 1.

2.2 Métodos de Análise da Água

Ao longo do córrego Terra Branca foram escolhidos dois pontos, um próximo a nascente e outro próximo à foz, em função de obter uma melhor avaliação da bacia drenante como um todo, onde foram realizadas coletas de água no período de 03 de agosto de 2010 a 30 de junho de 2011, totalizando 37 amostras de cada ponto. Estas foram acondicionadas em recipientes de 1 litro e armazenadas em caixa de isopor com gelo com temperatura abaixo de $10^{\circ}C$ com a finalidade de preservar ao máximo os parâmetros de qualidade da água.

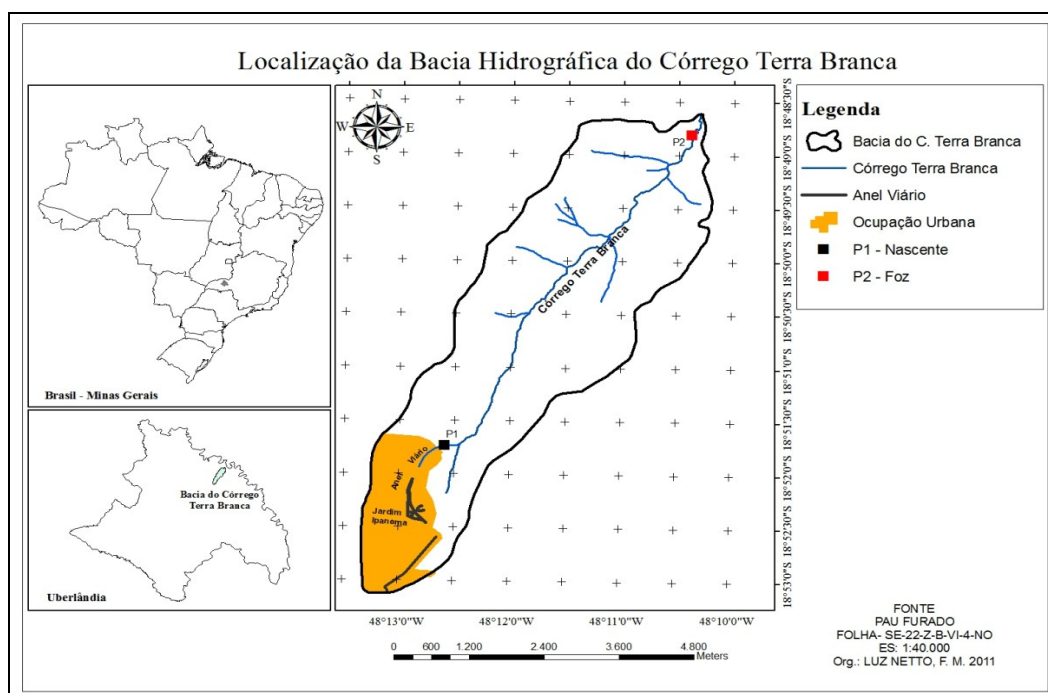


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Terra Branca - Uberlândia

Quadro 1 – Metodologias para a Análise da Qualidade da Água

Variáveis	Metodologia	Referência	Leitura
Cloretos	Método Argentimétrico.	(1)	CardKit
Cloro	Método DPD	(1)	Fotocolorímetro AT100
Dureza	Método Titulométrico de Complexação.	(1)	CardKit
Fósforo Total	Método Vanadomolibdico	(1)	Fotocolorímetro AT100
N. Amoniacal	Método do Indofenol	(1)	Fotocolorímetro AT100
Nitrato	Método N-(1-naftil)-etilenodiamina.	(1)	Fotocolorímetro AT100
Nitrito	Método da sulfanilamida e N-(1-naftil)- etilenodiamina.	(1)	Fotocolorímetro AT100
Oxigênio	Método Iodométrico.	(1)	CardKit
pH	Método Indicador.	(2)	Cardkit
Ferro Total	Ácido Tioglicólico	(3)	Fotocolorímetro AT100
Turbidez	Turbidímetro	-	Turbidímetro
D.Q.O	Permanganato de Potássio	-	CardKit

(1) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005).*

(2) A.W.W.A. *American Water Works Assu. Processos Simplificados para Exame e Análise de Água, Faculdade de Saúde Pública-Universidade de São Paulo; 1970.*

(3) *FRIES, J. GETROST, H. Organic Reagents for Trace Analysis, MERCK; 1977, pg 204.*

No Quadro 1 estão descritos técnicas utilizadas para análise da qualidade da água, realizadas no Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia no período inferior a 24 horas após a cada coleta.

2.3 Métodos para Elaboração dos Mapas

Para a elaboração do mapa de localização foi utilizado o software ArcGis 9.3 e a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) denominada FOLHA SE-22-Z-B-VI-4-NO na escala de 1:25000.

Na elaboração dos mapas de uso da terra, foi utilizada a imagem de satélite ALOS ALAV2A225293980-01B2G_U de 17 de abril de 2010. As classes de uso foram determinadas de acordo com o tipo de cultura presente na área e

posteriormente, agrupando-as em classes semelhantes, por exemplo, o cultivo de hortifruticulturas e mandioca foram agrupados na classe de cultura temporária e o cultivo de banana e milho na classe de culturas anuais. Foram ainda delimitadas outras formas de uso, tais como a pastagem, do solo exposto em pousio, área de proteção permanente, cerrado preservado e parte do avanço urbano sobre a bacia. A visita de campo foi necessária para a coleta de coordenadas geográficas e para verificar a veracidade das informações interpretadas na imagem de satélite com a realidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O pH das águas do córrego Terra Branca, conforme Figura 2, variou entre 6.0 e 6.5 na nascente caracterizando-a como levemente ácida e 6.5 e 7.0 na foz caracterizando o meio como levemente ácido para

neutro. Como descrito anteriormente, o pH interfere na concentração de alguns parâmetros e a própria resolução 357/05 do CONAMA determina a concentração de nitrogênio amoniacal de acordo com o pH do meio, onde pH menor ou igual a 7.5 a concentração tolerada é de até 3.7 mg/L; entre 7.5 a 8.0, concentração tolerada de até 2.0 mg/L; entre 8.0 a 8.5, concentração tolerada de até 1.0 mg/L; e maior que 8.5, concentração tolerada de até 0.5 mg/L⁻¹ N-NH₃ (CONAMA, 2005).

O nitrogênio amoniacal, conforme Figura 3, esteve dentro da normalidade com a determinação da resolução 357/05 do CONAMA com concentrações inferiores a 3.7 mg/L⁻¹ N-NH₃, já que o pH permaneceu igual ou menor a 7.5. Em termos de valores, na nascente o valor mínimo e máximo encontrado foi 0.07 mg/L N-NH₃ e 0.69 mg/L N-NH₃ respectivamente, e na foz o valor mínimo e máximo encontrado foi 0.22 mg/L N-NH₃ e 0.70 mg/L N-NH₃, respectivamente. A ocorrência desses valores demonstra que o nitrogênio amoniacal não apresenta possíveis fontes de poluição, uma vez que altas concentrações desse componente químico pode evidenciar presença de poluição e ainda diminui a eficácia no processo de desinfecção da água pelo uso do cloro (Alaburda & Nishihara, 1998).

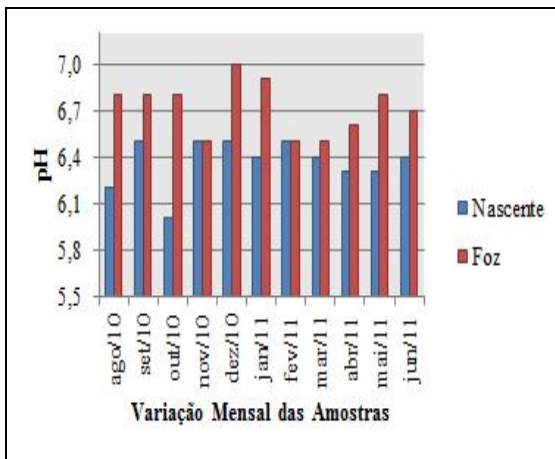


Figura 2 – Variação do pH de Ago/10 a Jun/11.

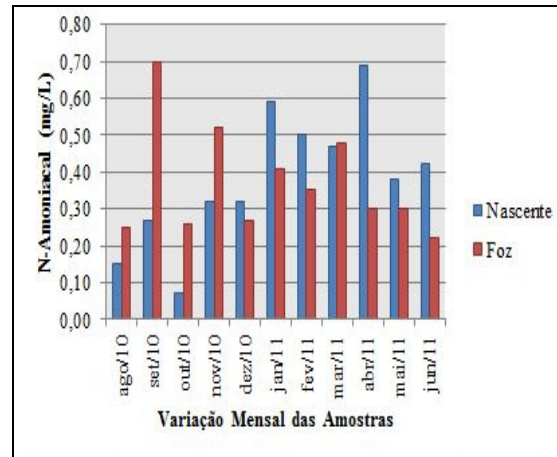


Figura 3 – Variação do N-Amoniacal de Ago/10 a Jun/11.

Na resolução 357/05 do CONAMA determina que as concentrações de nitrato dos corpos d’água seja inferior a 10 mg/L. Alguns autores como Rezende (2002), Sperling (2005) e Libânio (2008) descrevem que altas concentrações de nitrato nos corpos d’água causa a metahemoglobinemia, conhecida com a síndrome do bebê azul. Nas águas do córrego Terra Branca, conforme Figura 4, esteve dentro da normalidade, conforme determinado pela resolução e não oferece risco de contaminação por nitrato.

Inserido nas séries do nitrogênio encontradas nos corpos d’água, o nitrito é um parâmetro que indica fontes de poluição advindas das descargas de esgotos de longa distância (CETESB, 2010). Em várias amostras, conforme Figura 5, não foram encontradas concentrações desse parâmetro e as obtidas estiveram todas abaixo do determinado pela resolução 357/05 para valores de nitrito de até 1.0 mg/L. Em termos de valores, o valor máximo encontrado na nascente foi de 0.03 mg/L e na foz, o valor máximo encontrado foi de 0.15 mg/L, ocorrido em novembro de 2010, pois dias anteriores a coleta dessa amostra, ocorreram chuvas intensas na bacia, provocando uma pequena alteração na concentração desse parâmetro, sendo que após a eventualidade, as concentrações voltaram a média geral, como observado na Figura 5.

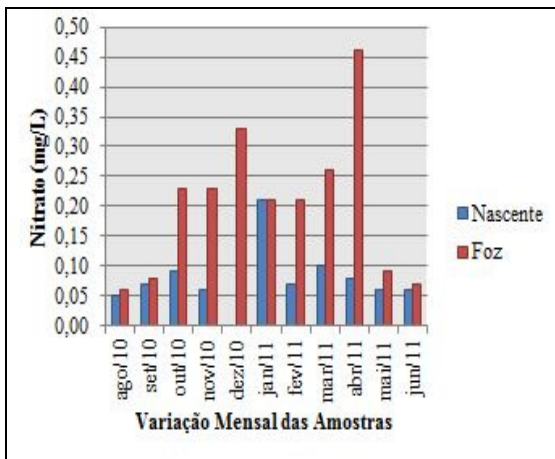


Figura 4 – Variação do Nitrato de Ago/10 a Jun/11.

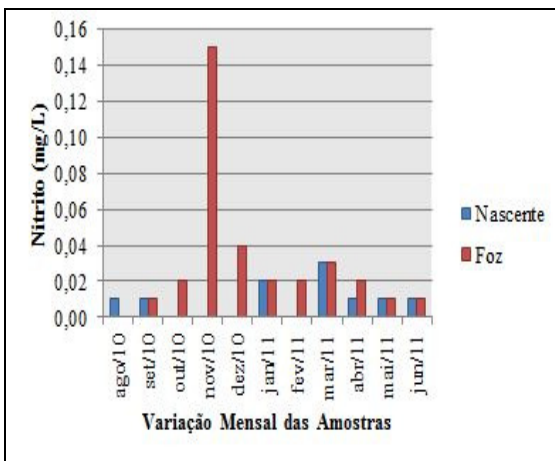


Figura 5 – Variação do Nitrito de Ago/10 a Jun/11.

Importante para a classificação dos corpos d'água, as concentrações de cloretos no Córrego Terra Branca estiveram dentro na normalidade, conforme resolução 357/05 do CONAMA, que determina concentrações de até 250mg/L. Conforme Figura 6, na nascente do córrego, o valor máximo e mínimo apresentado foi de 56 mg/L e 24 mg/L, respectivamente e já na foz do córrego, o valor máximo foi de 61 mg/L e o valor mínimo foi de 40 mg/L.

A presença de cloro em grandes concentrações nas águas do córrego Terra Branca, conforme Figura 7, pode ser justificada pela localização de uma estação de tratamento de esgotos do bairro Ipanema em Uberlândia (ETE Ipanema) que lança seus efluentes, possivelmente tratados nas águas desse córrego e pela própria ocupação urbana presente nas proximidades da nascente. Algumas das concentrações encontradas estão acima do estabelecido pela resolução 357/05 de determina

concentrações de até 0.01 mg/L. O valor máximo e mínimo encontrado na nascente foi de 0.32 mg/L e 0.04 mg/L respectivamente, e na foz foi de 0.34 mg/L e 0.01 mg/L, respectivamente. No total das amostras, na nascente cerca de 27% das amostras apresentaram concentrações acima do permitido e já na foz, 45% das amostras apresentaram concentrações acima do permitido pela resolução citada acima. Altas concentrações de cloro podem formar compostos chamados trihalometanos, causadores de carcinomas, levando diversos países, inclusive o Brasil, a estabelecer limites de concentração para esses compostos.

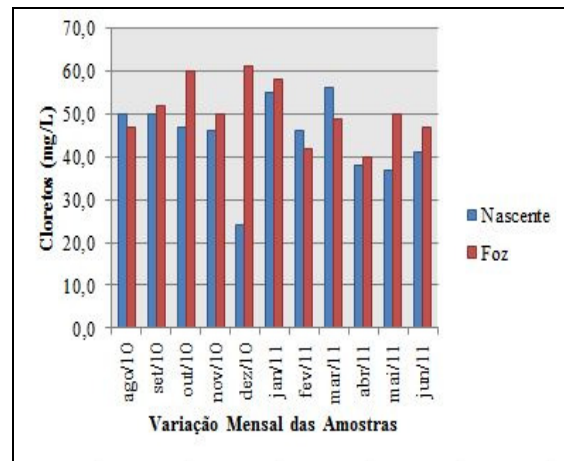


Figura 6 – Variação dos Cloretos de Ago/10 a Jun/11.

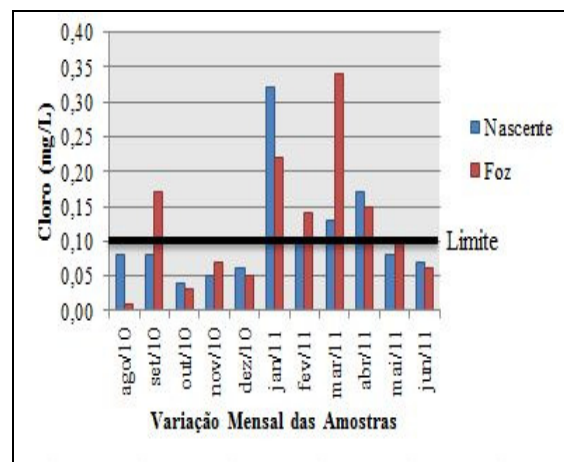


Figura 7 – Variação do Cloro de Ago/10 a Jun/11.

A demanda química de oxigênio (DQO), em todas as amostras, não foi encontrada nenhuma concentração que evidenciasse o consumo de oxigênio dissolvido para a oxidação da matéria orgânica no córrego Terra Branca.

Em relação à dureza, sua presença no córrego

Terra Branca, conforme Figura 8, variou na nascente, com valores máximos e mínimos de 56 mg/L de CaCO₃ e 24 mg/L de CaCO₃ respectivamente, e na foz com valores de 76 mg/L⁻¹ de CaCO₃ e 33 mg/L⁻¹ de CaCO₃ respectivamente. Se as concentrações de dureza indicarem até 50 mg/L⁻¹ de CaCO₃, a água é classificada como água mole, se variarem entre 50 e 150 mg/L⁻¹ de CaCO₃ é uma água com dureza moderada, variando entre 150 e 300 mg/L⁻¹ de CaCO₃ é uma água dura e se sua concentração for maior que 300 mg/L⁻¹ de CaCO₃ é uma água muito dura, sendo que o padrão de potabilidade para a dureza é de até 500 mg/L⁻¹ de CaCO₃ (Sperling, 2005).

As concentrações de ferro dissolvido nas águas do córrego Terra Branca, conforme Figura 9, estiveram em algumas amostras, acima do valor determinado pela resolução 357/05 que determina concentrações de até 0.3 mg/L de Ferro. Na nascente e na foz do córrego, cerca de 27% das amostras apresentaram concentrações acima do permitido pela resolução citada acima. No geral, as amostras apresentaram concentrações inferiores do que determina a legislação brasileira. Essas altas concentrações podem ter origem da dissolução do ferro do solo transportado para o leito do córrego, já que na região o tipo de solo encontrado é o Latossolo Distroférico, antigo Latossolo Roxo e Nitossolo, antigo solo Terra Roxa Estruturada, todos eles derivados do basalto e apresenta em sua composição altos teores de ferro.

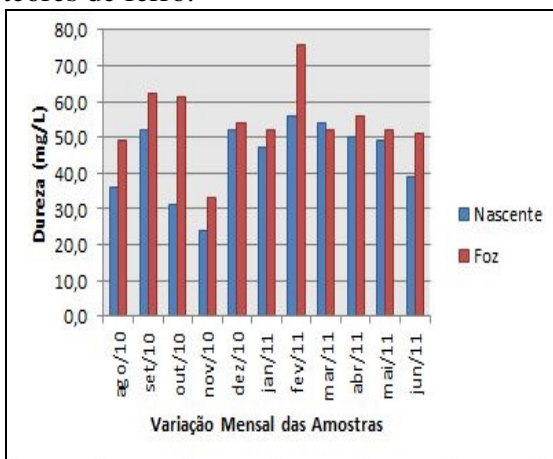


Figura 8 – Variação da Dureza de Ago/10 a Jun/11.

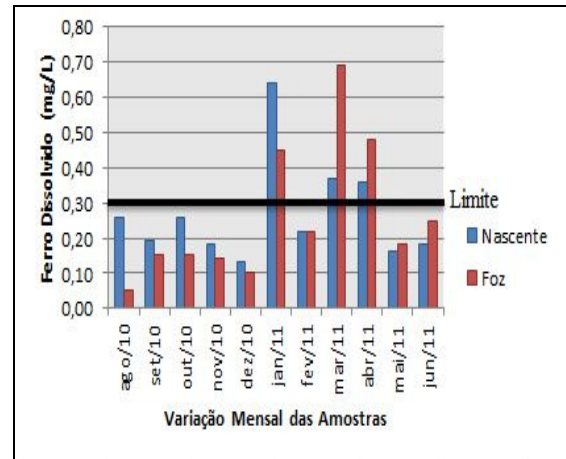


Figura 9 – Variação do Ferro de Ago/10 a Jun/11.

As concentrações de fósforo total, conforme Figura 10, alguns valores ultrapassaram o determinado pela resolução 357/05 que é de 0.1 mg/L para ambiente lótico, que é o caso do córrego Terra Branca. Na nascente do córrego, cerca de 36% das amostras estiveram acima do permitido e já na foz, mais de 81% das concentrações estão acima do permitido. Essas concentrações podem ter influência pelo uso de fertilizantes aplicados na agricultura, geralmente entre os meses de setembro e outubro, onde se inicia os primeiros trabalhos com a terra após o período de seca, variando de acordo com o tipo de cultura, principalmente nas hortifruticulturas, que por ação das águas pluviais carregam para o leito do córrego compostos que interferem nessa concentração. Essas altas concentrações evidenciam que os compostos aplicados permanecem na estrutura do solo por longos períodos.

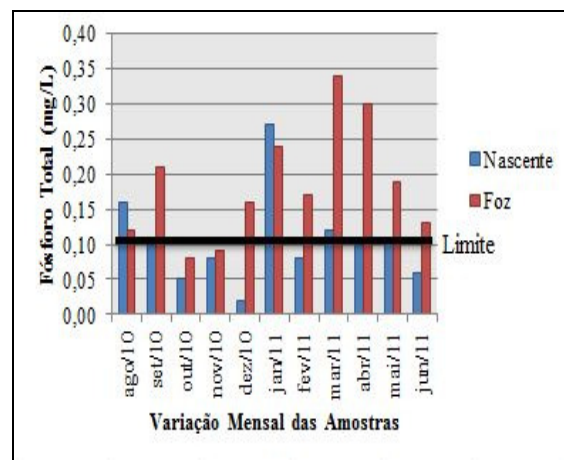


Figura 10 – Variação do Fósforo de Ago/10 a Jun/11.

A concentração de oxigênio dissolvido,

conforme Figura 11, apresentou algumas variações abaixo do estabelecido pela resolução 375/05 do CONAMA que determina valores acima de 5.0 mg/L O₂, para águas de classe tipo II. Na nascente, mais de 63% das amostras apresentaram concentrações abaixo do permitido e na foz, mais de 72% das amostras também apresentaram concentrações inferiores ao determinado pela resolução citada acima. Esses valores encontrados indica problema grave de disponibilidade de oxigênio dissolvido no meio aquático, pois é considerado por diversos autores como Libânio (2008) e Sperling (2005) como parâmetro indicativo da qualidade do meio aquático e baixas concentrações deste parâmetro pode comprometer a qualidade e a vida aquática existente no meio.

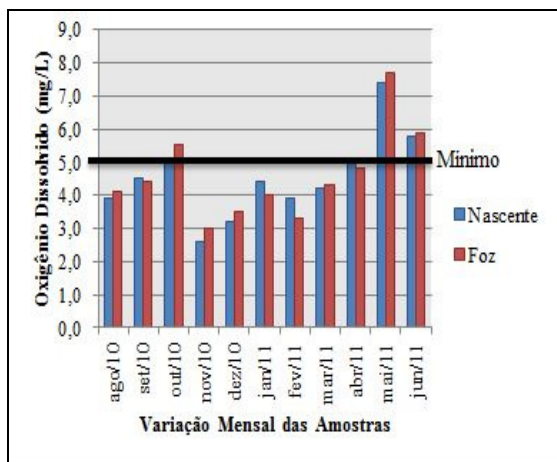


Figura 11 – Variação do Oxigênio de Ago/10 a Jun/11.

A turbidez esteve presente nas águas do córrego Terra Branca, conforme Figura 12, apresentou valores bem abaixo do estabelecido pela resolução 375/05 do CONAMA para concentrações de até 100 UNT (Unidade Nefelométricas de Turbidez). As variações ocorridas durante a medição possuem estreita relação com as precipitações ocorridas durante a coleta das amostras, pois a mesma transporta das vertentes, sedimentos, detritos orgânicos e dentre outros para o leito do córrego, fazendo com que a água fique turva temporariamente. As precipitações da região concentra-se entre outubro a abril, como maior intensidade entre dezembro e fevereiro, ou seja, a mesma provoca grande interferência neste parâmetro físico.

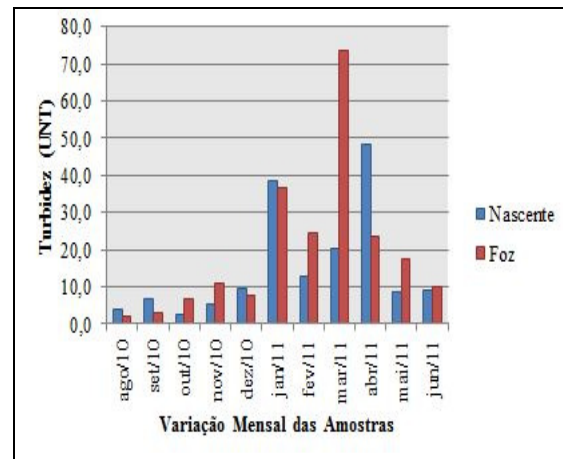


Figura 12 – Variação da Turbidez de Ago/10 a Jun/11.

O uso da terra da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca está representado em três distintos períodos, conforme Figura 13. O uso da terra em 03 de junho de 2010 era predominantemente a pastagem, com a presença de culturas temporárias, principalmente no cultivo de hortaliças (hortifruticulturas) localizadas principalmente nas proximidades do córrego e de regos d'água construídos para a sua irrigação e também com culturas anuais, sendo o cultivo da banana e do milho em menor expressão. A algumas pequenas áreas no mapa que representam o solo exposto, justificado pelos baixos índices pluviométricos que acaba impedindo o uso intenso do solo pela falta d'água. O uso em 30 de dezembro de 2010 se manteve praticamente igual ao dia 03 de julho, exceto pelas áreas que antes eram solo exposto passaram a ser usados para cultivo de culturas temporárias, como o milho e a soja. Já o uso em 05 de julho de 2011 demonstra que ocorreu uma expansão das pastagens sobre a cultura temporária e do aumento de plantio de cultura permanente, principalmente os bananais.

A análise do uso e ocupação da terra é de grande importância, pois todas as técnicas inseridas sobre o mesmo refletem na qualidade e na disposição dos recursos hídricos. Na bacia hidrográfica do córrego Terra Branca, os diferentes usos praticados provocaram a retirada da cobertura natural da vegetação e com técnicas de manejo pautadas no uso indiscriminado de defensivos e fertilizantes agrícolas e não levam em consideração as características do solo, expondo a possíveis processos erosivos e a degradação ambiental. A presença de Áreas de Preservação Permanente ocorre em pequena escala no

curso do Córrego Terra Branca, sendo que a maioria delas estão degradadas, mal conservadas e não estão dentro da legislação ambiental brasileira, o mesmo

que acontece com o cerrado preservado e com as reservas legais.

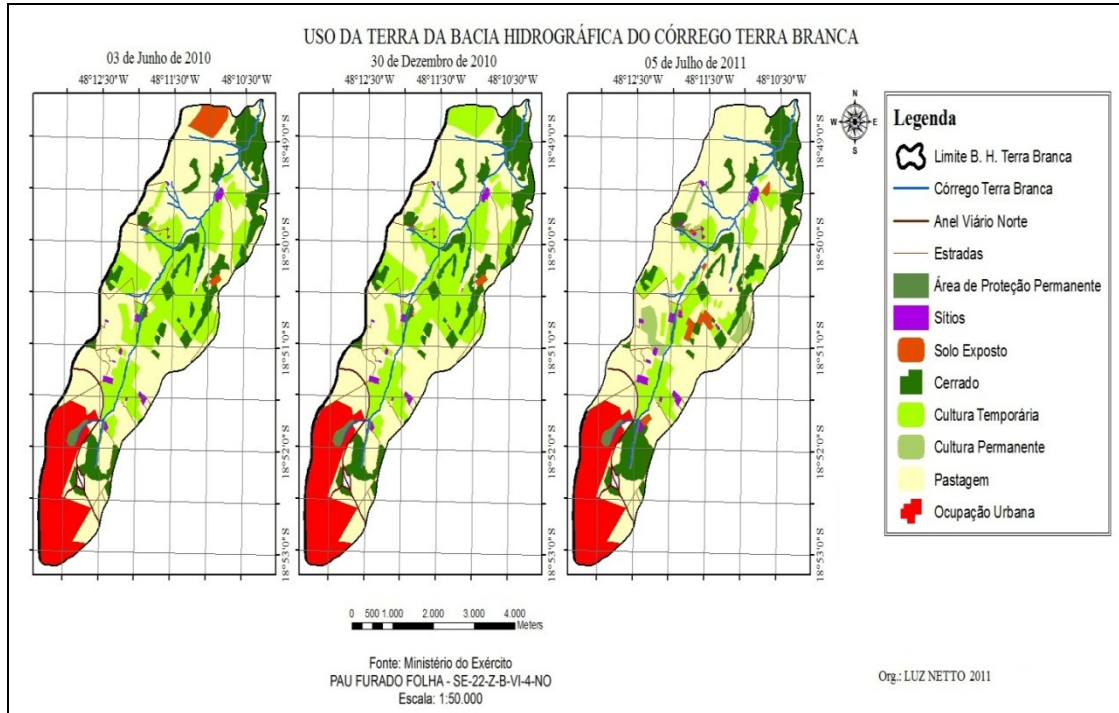


Figura 13 – Evolução do Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Terra Branca.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca são fortemente utilizados, desde o uso da terra ao seu recurso hídrico. O uso do terra é intenso e em muitas áreas sem a devida preservação das APPs e das reservas legais e outro fator agravante e a falta de manejo adequado ao solo, tanto para a agricultura como para a pecuária. As atividades empregadas nesta bacia deveriam seguir a legislação brasileira quanto à preservação da mata nativa, empregar técnicas que possam ser rentáveis e sustentáveis, tarefa árdua, porém não impossível, com a finalidade de garantir a preservação da fauna, flora e principalmente do recurso hídrico da bacia.

A qualidade da água do córrego Terra Branca apresentou-se em alguns parâmetros instáveis e acima dos valores estabelecidos pela resolução 357/05. As causas possíveis para essa variação podem estar relacionadas com a ação da água da chuva que sofre

alteração passageira, somente no período de ocorrência da chuva e algumas horas depois até a estabilização do fluxo hídrico normal, pelo uso de fertilizantes e defensivos nos vários tipos de cultura empregados na área e ainda pelo despejo dos efluentes do ETE Ipanema, aumentando a carga de detritos orgânicos no córrego. Neste sentido, as águas do córrego Terra Branca necessita-se de cuidado especial, tanto na questão do tratamento como na forma em que ela é empregada na agricultura e pecuária da região. Alguns parâmetros sofreram alterações com a ação das águas pluviométricas ou pelo lançamento de efluentes no córrego que podem comprometer a qualidade da água da região.

Atualmente, o poder econômico exercido sobre a sociedade, promove um forte consumo demasiadamente em todos os aspectos, fazendo com que os interesses capitalistas sobrepõem às questões ambientais, mesmo havendo uma maior preocupação com o meio ambiente. No contexto de uma bacia hidrográfica, desmata-se cada vez mais, não

preservando as Áreas de Proteção Permanentes (APPs) e as reservas legais, aproveitando-se o máximo do solo, da água, aqui tratada como recurso hídrico, mesmo que a legislação brasileira atual impõe limites a essas questões, ou seja, esses interesses capitalistas irão cada vez mais provocar problemas de diversas ordens na sociedade.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do Projeto 473701/2010-3 e a Universidade Federal de Uberlândia pelo incentivo através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq/UFU).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alaburda, J. & Nishiara, L. 1994. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Revista de Saúde Pública*, v.32, n. 2, p.160-165. Disponível em: <scielosp.org/pdf/rsp/v32n2/p160-165.pdf> Acessado em 02/12/2011.

Brasil, Ministério do Exército. 1984. Diretoria de Serviços Geográficos. Carta Topográfica Pau Furado, Folha SE-22-Z-B-VI-4-NO. Brasília, carta, color, Escala 1:25.000.

Clesceri, L. S. & Greenberg, A. E. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington: Centennial. 1600p.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março. Brasília: D.O.U. 18/03/2005. Disponível em: <mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acessado em 02/12/2008.

Libânio, M. 2008. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. Átomo, Campinas, SP, 2ª ed. 441p.

Meyer, S. T. 1994. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. *Caderno de Saúde Pública*, v. 10, n. 1, p. 99-110. Disponível em: <scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11.pdf> Acessado em 01/07/2010.

Resende, A. V. 2002. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Embrapa Cerrados, 29p. Disponível em: <cpac.embrapa.br>. Acessado em 01/10/2009.

Ribeiro, W. C. 2008. *Geografia Política da Água*. AnnaBlume, São Paulo. 162p.

Ross, J. L. S. 1994. *Análise empírica da fragilidade dos*

ambientes naturais e antropizados.

Revista do Departamento de Geografia, n.8, p.63-74.

Sperling, M. V. 2005. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de engenharia sanitária e ambiental UFMG. 452p.