

PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DOS PADRÕES DE USO E COBERTURA DAS TERRAS DA MICROBACIA DO RIACHO DO RONCADOR, EM TIMON (MA)

ENVIRONMENTAL ISSUES ARISING FROM THE USE OF STANDARDS AND COVERAGE OF THE LANDS OF THE CREEK WATERSHED OF RONCADOR IN TIMON (MA)

Josenete Assunção CARDOSO¹
Claudia Maria Sabóia AQUINO²

Resumo: No decorrer da existência do homem o avanço tecnológico criou uma série de mecanismos para facilitar a exploração e transformação dos recursos da natureza, de modo que o grau de interferência do homem sobre os recursos naturais tem superado em grande proporção a capacidade da mesma de recompor-se, trazendo sérios problemas ambientais. Assim, o principal objetivo deste trabalho consistiu na identificação de problemas ambientais observados na microbacia do riacho do Roncador (MBRR) decorrentes dos usos indevidos presentes na mesma. Para isso foi necessário o mapeamento e quantificação dos usos e cobertura das terras da MBRR, levantamento bibliográfico e cartográfico, excursões de campo, entrevistas à população local e registros fotográficos. O resultado revelou alguns problemas ambientais: desvios, canalizações e barramentos de corpos d'água, supressão da mata ciliar, processos erosivos, contaminações à água, desmatamentos, queimadas e incêndios. Espera-se que os dados aqui obtidos subsidiem ações voltadas ao planejamento ambiental para a área. A aquisição de dados através do emprego das geotecnologias forneceram contribuição inestimável para realização desta pesquisa.

Palavras-chave: Uso e Cobertura das terras, Problemas ambientais, Microbacia do riacho do Roncador, Timon (MA).

Abstract: In the course of man's existence technological advancement has created a series of mechanisms to facilitate the exploitation and processing resources of nature, so that the degree of human interference on natural resources has overcome to a great extent the ability of it to compose if, bringing serious environmental problems. Thus, the main objective of this work was the identification of environmental problems observed in the creek's watershed of Roncador (MBRR) arising from present uses the same. This required the mapping of land cover and uses the MBRR, literature and cartography, field trips, interviews with the local population and photographic records. The results revealed some environmental problems: detours, plumbing and buses of water bodies, removal of riparian vegetation, erosion, water contamination, deforestation, fires and fire. It is hoped that the data obtained here subsidize activities for the environmental planning for the area. Data acquisition through the use of geotechnology provided invaluable contribution to this research.

Keywords: Use and land cover, environmental problems, the stream Watershed of Roncador, Timon (MA).

¹ Universidade Federal do Piauí - UFPI

² Universidade Federal do Piauí - UFPI

Introdução

No decorrer da existência do homem, o avanço tecnológico, criou uma série de mecanismos e estratégias que facilitaram a exploração e transformação dos recursos naturais.

Com efeito, determinados fatos como a produção industrial, bem como, o crescimento populacional associados à consolidação do sistema capitalista de produção e consumo em sua atuação exploratória cada vez mais intensa (seja para o abastecimento, seja para a mera acumulação de lucros) tem posto em “xeque” um dos maiores valores que qualquer nação possui: seus recursos naturais (SILVA, 2007), visto que o grau de interferência do homem sobre os recursos naturais tem superado em grande proporção a capacidade da natureza de recompor-se, a fim de garantir suprimentos necessários às gerações que se sucederão.

Diante do exposto, MacCormick (1992), informa que a virada do século XXI representou uma oportunidade para reflexão sobre o passado, presente e especulação sobre o destino do planeta Terra, dado os níveis inadequados de exploração dos recursos naturais que coaduna em degradação crescente e consequente escassez dos mesmos.

Dentre os muitos problemas ambientais enfrentados em todo o Brasil e, quiçá no mundo podem ser citados: a erosão, a compactação de solos, a destruição desordenada de matas nativas e ainda o assoreamento de canais fluviais comprometendo quantitativamente e qualitativamente este recurso (PNUMA, 2004).

Neste contexto, a indicação dos padrões de uso e cobertura das terras evidencia-se como elemento de fundamental importância, posto que apontam a tipologia de manejo adotada bem como a série de diferentes problemas ambientais que irão repercutir na alteração da dinâmica do sistema, notadamente em bacias hidrográficas, que diante da crescente demanda da sociedade têm sofrido grande perda da sua biodiversidade.

É significativo, no Brasil, o número de trabalhos já desenvolvidos que adotam a bacia hidrográfica como recorte espacial para análises relativas a padrões de uso e cobertura das terras e conflitos decorrentes de usos inadequados, posto que, de acordo com Silva *et al.* (2011), tal processo constitui uma necessária ferramenta para o ordenamento territorial. No estudo de uma bacia de drenagem, além da presença dos caracteres naturais, nela também interagem caracteres dos segmentos econômico, histórico, social e político, o que implica necessariamente, em se entender as relações entre os diversos componentes naturais e socioeconômicos que se manifestam na bacia de forma complexa, devendo, portanto, na concepção de vários pesquisadores, ser analisada sob enfoque sistêmico, segundo informa Botelho (1999).

Na atualidade tais estudos têm tido grande auxílio das ferramentas do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, pois segundo informam Alves e Rossete (2007), a crescente melhoria nas resoluções espaciais, temporais e espectrais permitem detalhar a riqueza de dados sobre a superfície terrestre e os fenômenos que nela ocorrem. Tais ferramentas potencializaram, portanto, a aquisição e manipulação de um maior número de dados sobre a caracterização e identificação dos padrões de uso e cobertura de um dado espaço, informando a dinâmica e tendências futuras de uso.

O município de Timon (MA) tem na Microbacia do Riacho do Roncador (MBRR) relevante importância histórica para o seu povoamento. A importância da MBRR também reside no fato de abrigar número representativo dos balneários mais tradicionais do município (uma de suas características mais marcantes), na sua importância econômica (piscicultura, exploração mineral, agricultura familiar etc.) e paisagística, e por ser alvo dos atuais vetores de crescimento da cidade, permitindo uma análise integrada no contexto das relações entre sociedade-natureza.

O objetivo deste trabalho consiste em mapear os diversos padrões de uso e cobertura das terras, com posterior identificação de problemas ambientais decorrentes de usos indevidos na MBRR, no município de Timon (MA), a fim de subsidiar ações de manejo e conservação ambiental, através da adoção de medidas mitigadoras de impactos negativos para a área de estudo, visando a proteção das áreas de recarga hídrica, notadamente as APP's de margens e nascentes.

Caracterização física da área de estudo

Área de estudo

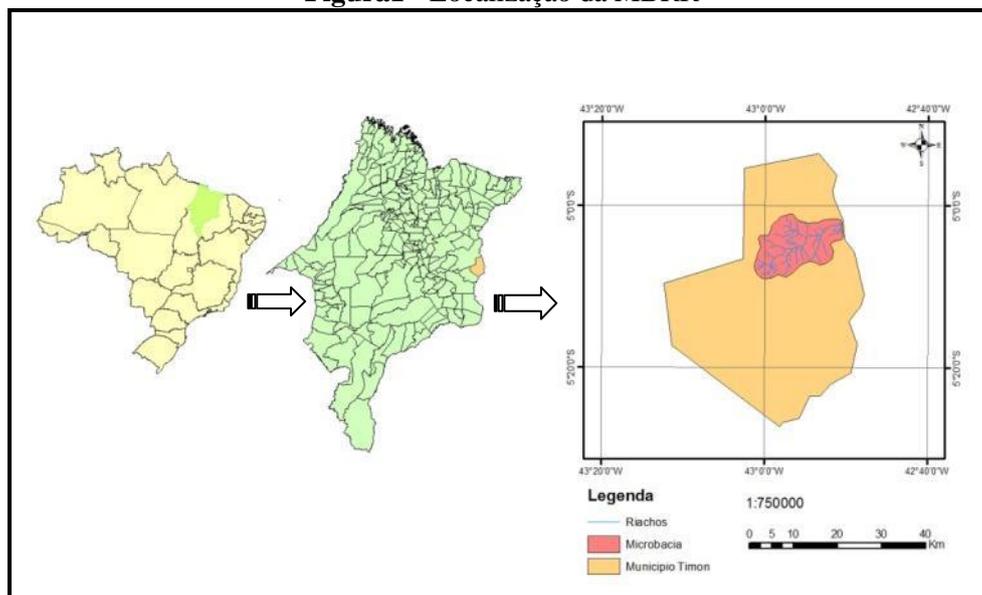
O município de Timon está localizado no extremo leste do estado do Maranhão, fazendo fronteira com a capital do estado do Piauí: Teresina. Possui uma população de aproximadamente 155.460 habitantes, distribuídos por uma área de 1.743,228 km² (IBGE, 2010), distando 452 km da capital, São Luis.

Embora localizado na região Nordeste do Brasil, o estado do Maranhão encontra-se numa área de transição ou ecótono, entre o Semi-árido e a Amazônia úmida, sendo o estado nordestino que menos se identifica com a maior característica da região: a escassez de água (CPRM, 2011).

A microbacia do Riacho do Roncador (MBRR) está localizada entre as coordenadas 43°01'18" e 42°50'27" de longitude oeste e 5°01'07" e 5°09'11" de latitude sul (Figura 1). Encontra-se inserida em sua totalidade na Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba: uma bacia limítrofe que possui, em território maranhense, uma área de 69.000,00 km², correspondendo a aproximadamente 21,15 % da área do estado (IMESC, 2008). Considerando as curvas de nível como divisores da bacia conforme critério proposto por Horton (1945) a área de estudo foi individualizada e posteriormente teve sua área mensurada em 200,2 km².

A MBRR apresenta grande atração com seus banhos naturais nos diversos riachos que cortam seu território (MARANHÃO, 2002) constituindo uma das formas de lazer mais utilizadas pelas populações das localidades próximas (IBGE, 1997).

Figura1 - Localização da MBRR



Fonte: Base de dados do IBGE, Elaboração: Monteiro (2013)

A área compreendida pela MBRR encontra-se inserida no contexto geológico da província sedimentar do Meio-Norte, no sítio deposicional da Bacia Sedimentar do Parnaíba. As formações geológicas predominantes da área de estudo correspondem a rochas areníticas pertencentes às formações Pedra de Fogo (38,7%) e Corda (33,0%), datadas do Paleozóico (Permiano) e Mesozóico (Jurássico), respectivamente (CPRM, 2011). As feições típicas são aquelas de bacias sedimentares, com vales pedimentados e superfícies estruturais pediplanadas convergindo para a calha fluvial (RADAM, 1973). Apresenta relevo plano a suave ondulado em 78,1% da sua área, com cotas altimétricas variando de 69 a 240m (CARDOSO, 2013).

Segundo EMBRAPA (1986), As principais associações de solos encontradas na área da MBRR são: os Latossolos Amarelo, os Plintossolos, os Argissolos Vermelho-Amarelos e os Neossolos Flúvicos, com predomínio dos Plintossolos (43,7%) e Latossolos Amarelos (37,4%). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima Aw', ou seja, tropical chuvoso Sub – Úmido a Úmido, com precipitações variando de 1.200 a 1400 mm. As altas temperaturas durante todo o ano e a grande amplitude diária marcam o regime térmico da região, com variação anual de: mínima de 21,6° C, média de 26,7° C e máxima de 32,9° C (CODEVASF, 2006). A cobertura vegetal principal é constituída pela presença de cerrado/caatinga com padrão arbóreo-arbustivo e a mata de cocais, compondo a vegetação ciliar, sendo as principais formações vegetais da área, segundo MARANHÃO (2002).

A MBRR é composta por vários cursos d'água e lagoas, conhecidos localmente como: Lagoa Grande, riacho Garapa, Tapera, Humaitá, Buriti, São Benedito, Varjota, Seco, Sangrador, Maracujá, Castelo, da Volta, das Pombas (riacho do Roncador), dentre outros (CPRM, 2011).

Procedimentos metodológicos

Delimitação da área de estudo

A delimitação da microbacia do riacho do Roncador partiu da carta da Diretoria de Serviço Geográfico – DSG, na escala de 1:100.000. Para a delimitação da microbacia foram usadas as cartas da DSG, Folha SB 23 X-D-II, MI – 886 (Teresina, PI-1984) e uma pequena porção na Folha SB 23 X-D-I, MI – 885 (Buriti Cortado, MA - 1974). A área foi individualizada, considerando as curvas de nível como divisores da microbacia conforme critério proposto por Horton (1945), delimitando-se uma área de 200,2 km².

Pesquisa bibliográfica e documental

Levantamento do referencial bibliográfico e busca de informações disponíveis sobre a área em que está inserida a MBRR, através da consulta a trabalhos técnicos disponíveis nos órgãos públicos local, regional e nacional, além da disponibilização de consultas a acervos fotográficos e bibliográficos particulares;

Levantamento de dados e informações efetuadas em campo

As excursões de campo à microbacia objetivaram a obtenção e atualização de dados e informações adquiridos no item anterior, através da observação direta, da realização de registros fotográficos e de entrevistas não-estruturadas aos moradores locais. Assim, foram realizadas 3 (três) excursões terrestres à área da pesquisa com o objetivo de verificação e

aprimoramento das definições das classes de uso e cobertura das terras da área de estudo (verdade de campo), visando uma maior precisão das informações observadas nas imagens a fim de eliminar dúvidas, e identificando ainda problemas ambientais decorrentes destes usos. Os trabalhos concentraram-se nos dois principais eixos rodoviários (BR-316 e BR-226) que cortam a área, além das principais estradas vicinais que dão acesso aos principais povoados da mesma.

Mapeamento dos usos e cobertura das terras da MBRR

O mapeamento dos usos e cobertura das terras da MBRR baseou-se na proposta elaborada por Moreira *et al.* (2011), que utiliza imagens de satélite de alta resolução espacial capturadas do aplicativo *Google Earth*, seguida da classificação visual da imagem. As referidas classes de uso e cobertura foram caracterizadas segundo três dos sete elementos interpretativos propostos por Novo (2010): a Cor, a Textura e a Forma. Para a elaboração da chave de interpretação do mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo, utilizou-se como suporte metodológico a orientação do Manual Técnico de Uso das Terras do IBGE (2006).

A imagem mais recente da área de estudo foi adquirida em 26 de outubro de 2011. Para o processamento de dados espaciais foi utilizado o software *ArcGis 9*. A resolução espacial das imagens utilizadas neste mapeamento, em função do seu detalhamento, permite a aquisição de dados em uma escala de aproximadamente 1:30.000, sendo que a representação cartográfica dos resultados apresentados é compatível a uma escala de 1:100.000.

Identificação de problemas ambientais

A partir do mapeamento dos usos e cobertura das terras da MBRR e das excursões de campo, foi possível a identificação de uma série de problemas ambientais ao longo de toda a área da microbacia em decorrência de usos inadequados nela registrados, uma vez que os mesmos provocam efeitos deletérios ao solo, além de promover alterações a todo o sistema hidrográfico e, por conseguinte, de repercussões socioeconômicas. Tais problemas foram registrados em meio fotográfico.

Resultados e discussão

Mapeamento dos usos e cobertura das terras da MBRR

Com base no reconhecimento da área de estudo por meio das imagens de alta resolução espacial, aliados aos dados disponíveis na base cartográfica da DSG, a acervos diversos e excursões de campo foram identificadas 14 (quatorze) classes de uso e cobertura das terras na MBRR, sendo elas: Vegetação nativa, Loteamento, Agricultura, Solo exposto, Mineração, Reflorestamento, Edificação rural/urbana, Água, Indústria, incluindo ainda 'pontos notáveis', como as Rodovias, Pista de Pouso, Linha de transmissão de energia da CHESF, Linha férrea e o Lixão, conforme Mapa 1 e Tabela 1.

Mapa 1 – Mapeamento dos usos e cobertura das terras da MBRR (data do mapeamento: 26.10.2011)

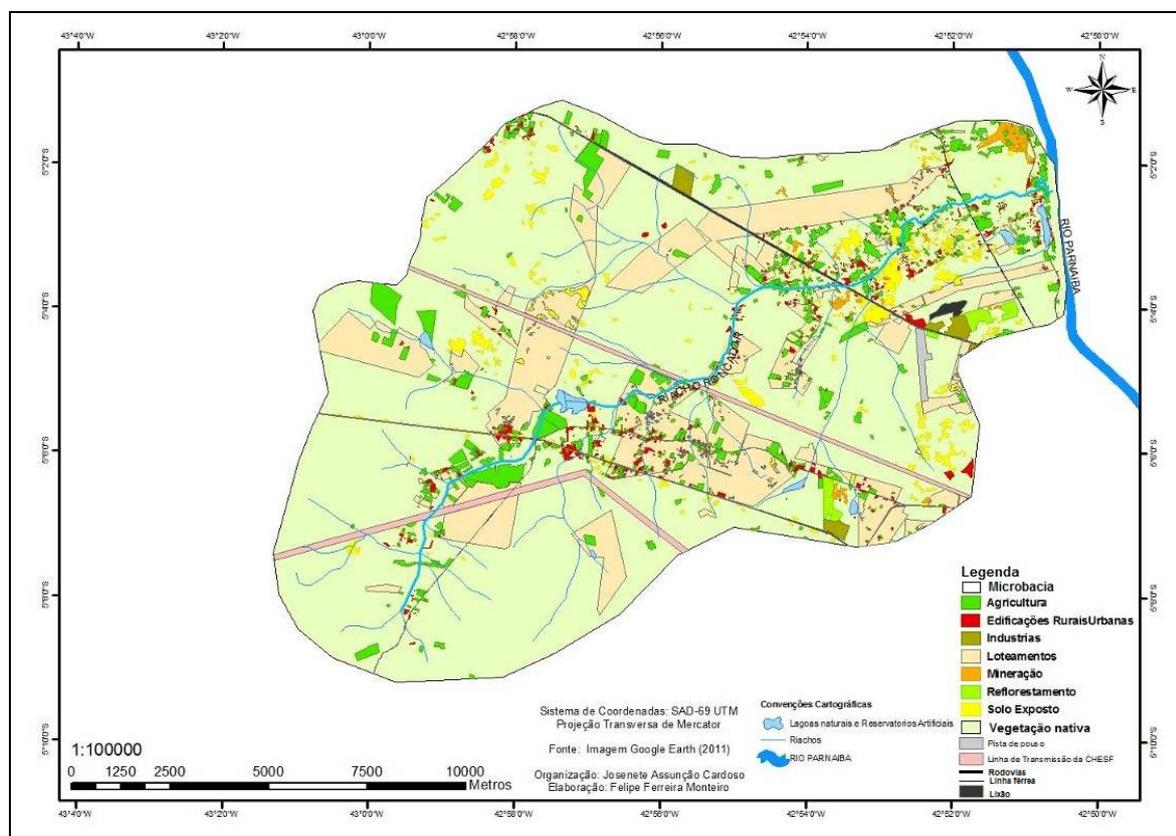


Tabela 1 - Quantificação dos usos e cobertura das terras da MBRR

Classe	Área ocupada (km ²)	Porcentagem (%)
Vegetação nativa	140,6	70,0
Loteamento	34,8	17,4
Agricultura	9,1	4,6
Solo exposto	4,2	2,1
Edificação urbana/rural	2,9	1,5
Água	1,2	0,6
Indústrias	0,9	0,5
Mineração	0,8	0,4
Reflorestamento	0,7	0,4
Pontos Notáveis	Área ocupada (km ²)	Porcentagem (%)
Pista de Pouso	0.38	0,2
L. T. CHESF	3.28	1,6
Lixão	0.22	0,1
Rodovias	1.16	0,6
L. Férrea	0.02	0,01
Total	200,2	100

Fonte: Pesquisa direta (2012)

Das classes de usos e cobertura das terras mapeadas para a MBRR, destaca-se a classe Vegetação nativa como a mais representativa, correspondendo 70,0% da área total. Em seguida tem-se a classe Loteamento (17,4%), representada pela atividade da especulação

imobiliária seguida da classe Agricultura (4,6%) predominantemente de vazante, o que remete à problemas ambientais decorrentes da supressão das Áreas de Preservação Permanente (APP's) de margens. A classe Solo exposto, representa as áreas devastadas pela atividade de mineração, desmatamento para produção de carvão vegetal e “limpeza” de áreas vegetadas para instalação de loteamentos e residências rurais. Esta classe ocupa uma porcentagem de 2,1% da área de estudo. A Classe Água é representada pelos cursos d'água, lagoas e reservatórios artificiais. Ao todo foram mapeados 60 reservatórios artificiais e 7 (sete) lagoas naturais. Para esta classe, o resultado foi de 0,6%. A classe Indústria é representada pelos empreendimentos de criação, abate e beneficiamento de carne bovina e aves, além das indústrias ceramistas que fabricam telhas e tijolos para a construção civil. Esta classe ocupa 0,5% da área de estudo. A classe Mineração refere-se à atividade de exploração de rochas para calcamento poliédrico e exploração de argila de modo tradicional, a céu aberto, para fabricação de tijolos, notadamente no povoado Piranhas. Esta classe representou 0,4% da área de estudo. Já a classe Reflorestamento foi a de menor ocorrência na área, representada por 0,4%. Constitui-se de áreas de plantio maciço com espécies florestais exóticas, no caso o eucalipto (gênero *Eucalyptus*).

Vale ressaltar que embora a classe Vegetação nativa tenha apresentado um valor significativo para a área de estudo, a mesma encontra-se em vários estágios sucessórios de regeneração em função do desmatamento constatado na área.

Problemas ambientais observados na área de estudo

A análise das formas de usos e tipos de cobertura das terras da MRRR permitiu evidenciar conflitos na área de estudo que culminam com uma série de problemas ambientais discutidos a seguir.

Desmatamento

Atividades como loteamentos, mineração, edificação urbana/rural e estabelecimentos de indústrias, têm culminado com a redução da cobertura vegetal, ou seja, o desmatamento. Dentre as diversas funções exercidas pela cobertura vegetal podemos destacar a regulação do clima, o favorecimento à diversidade de espécies, a recarga dos recursos hídricos e proteção do solo etc.

O município de Timon, onde está inserida a microbacia do Riacho do Roncador é o maior fornecedor de combustível (lenha) e de carvão vegetal, comumente vendido em feiras livres e ao longo das principais vias de acesso que cortam a região (MARANHÃO, 2002). A Figura 2 evidencia esta prática.

Figura 2 - Venda de carvão vegetal por populares à margem da BR 316



Fonte: Pesquisa direta (2012).

Destaca-se também na MBRR o desmatamento da vegetação para a prática da “caeira”, denominação popular ao processo tradicional de fabricação do carvão vegetal, para consumo próprio ou venda. As “caeirás” constituem-se de valas escavadas ao solo em uma área mais distante do aglomerado de residências, local onde geralmente encontra-se uma vegetação arbustiva, ou mesmo solo nu, em que a vegetação já foi arrasada, conforme Figura 3.

Figura 3 - Utilização clandestina de madeira para fabricação de carvão vegetal nas “caeirás”



Fonte: SEMARN de Timon (2008).

De acordo com Casseti (2005), áreas com maiores concentrações de cobertura vegetal apresentam-se vulneráveis diante de processos de ocupação humana do que aquelas com menor densidade de vegetação. Isso se deve à maior fragilidade das áreas com vegetação fechada diante dos impactos resultantes das ações antrópicas, ao contrário do que acontece com as áreas de vegetação aberta que apresentam uma menor vulnerabilidade natural.

Este problema está diretamente relacionado com a retirada da vegetação para fins econômicos, além da limpeza da área para instalação de loteamentos, edificações e prática da agricultura, influenciando diretamente na elevação significativa do volume de água do escoamento superficial e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de permanência da água no sistema hidrográfico.

Queimadas e incêndios

Segundo BRASIL (2013), as queimadas e os incêndios têm repercussões negativas não somente em nível local, mas também regional e global.

Em nível local, as queimadas destroem a fauna, a flora, contribuem para o empobrecimento do solo e redução da infiltração das águas pluviais, trazendo riscos de enxurradas e deslizamento provocando, em muitos casos, vítimas fatais e/ou acidentes, além da perda de propriedades e outros bens.

Regionalmente, as queimadas podem provocar poluição atmosférica e a consequente perda da qualidade do ar, trazendo prejuízos e transtornos de saúde à população, à aviação e aos transportes, além de favorecerem a alteração/desequilíbrio de todo um ecossistema. Do ponto de vista global, estão associadas à modificação da composição química da atmosfera, ou mesmo do clima do planeta.

É importante ressaltar que embora os conceitos se assemelhem, existe diferença entre queimada e incêndio. De acordo com o BRASIL (2013), a queimada é um procedimento de manejo agropastoril, onde se emprega fogo para limpeza da área ou para seu cultivo, prática bastante comum na área de estudo, conforme Figura 4.

Figura 4 - Lavoura de manejo tradicional: uso do fogo.



Fonte: Pesquisa direta (2012).

Já o incêndio, é a ocorrência de fogo fora de controle em que muitas vezes pode ser ocasionado por uma queimada que não foi devidamente orientada, autorizada e acceirada. Exemplos desta prática na área de estudo podem ser vistos na Figura 5.

Figura 5 - Queimada em mata de cocal(a) e cerrado(b)



Fonte: Pesquisa direta (2012).

Associadas ao problema anterior (desmatamento), as queimadas têm trazido grande prejuízo, pois o período em que as mesmas ocorrem coincide com a temporada das mais elevadas temperaturas, baixa pluviosidade e grande ventania na região (setembro/outubro/novembro), favorecendo a expansão do fogo, seja ele acidental e/ou provocado, trazendo para a cidade a fuligem e a fumaça resultantes desta prática.

Além disso, há também o prejuízo no tocante à perda de árvores medicinais e essências nativas, notadamente o Jaborandi (*Pilocarpus Jaborandi*) e a Fava Dantas (*Dimorphandra mollis Benth*), segundo informa MARANHÃO (2002). Os usos mais diretamente relacionados a este problema ambiental constituem-se na limpeza da área para prática da agricultura, loteamento, construções de edificações urbanas ou rurais e mineração.

Degradação da mata ciliar

A mata ou floresta ciliar ou ainda zona ripária são vegetações nativas, que ficam às margens de rios, igarapés, lagos, olhos d'água e represas. O nome "mata ciliar" vem do fato de serem tão importantes para a proteção de rios e lagos como são os cílios para nossos olhos (MARQUES e SOUSA, 2005).

De acordo com Marques e Sousa (2005):

A mata ou floresta ciliar é um componente de fundamental importância para a manutenção da integridade de uma sub-bacia hidrográfica devido às diversas funções e por sua ação direta em uma série de processos importantes para a estabilidade da sub-bacia (MARQUES e SOUSA, 2005, p. 168).

Dentre as funções que a mata ciliar exerce, Marques e Sousa (2005) destacam:

- ✓ Função hidrológica: relaciona-se à qualidade da água, filtrando toda a água proveniente das áreas adjacentes que convergem para a rede hidrográfica. Segundo David *et. al.*(2000), citado por Marques e Sousa (2005), essas matas conseguem reter cerca de 80% do fósforo e 89% do nitrogênio provenientes do escoamento superficial de toda a área da bacia. Este valor variará em função, principalmente, do estado de conservação dessa mata.
- ✓ Função de fontes de nutrientes: as inundações periódicas, o enriquecimento dos solos pela deposição/decomposição de folhas, galhos frutos etc, e a captura de nutrientes através do escoamento superficial são responsáveis pela concentração de nutrientes nesta zona. Entretanto, a remoção da mata ripária, compromete a acumulação de nutrientes no solo bem como a vida aquática.
- ✓ Função de abrigo da fauna: proporciona a função de abrigo natural, alimento e água para diversas espécies de pássaros, e pequenos animais.

Diante da "função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" segundo a Lei Nº 4.771/65, atualizada pela Lei nº 12.651/12, estas áreas não devem sofrer alterações, para que possam ser mantidos também os padrões de qualidade e quantidade da água na MBRR.

Em mapeamento realizado por Cardoso (2013), a área da MBRR apresenta 8,0 km² de APP's de margens, correspondendo a 87% do total de APP's da MBRR. Deste percentual total de APP's de margens, 24,3% delas estão comprometidas com alguma forma de uso, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Total de APP's da MBRR, APP's preservadas e APP's em desacordo com a Legislação Ambiental

APP's	Total		APP Preservada		APP em Desacordo	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Nascente	0,3	3,1	0,2	2,3	0,1	0,8
Margens	8,0	87,0	5,8	62,8	2,2	24,3
Reservatórios naturais	0,6	6,4	0,5	5,3	0,1	1,1
Reservatórios artificiais	0,3	3,4	0,2	1,7	0,2	1,7
Total	9,2	100	6,7	72,1	2,6	27,9

Fonte: Cardoso (2013)

As principais atividades humanas relacionadas com a supressão da mata ciliar (APP's) na área de estudo, correspondem à agricultura de vazante, desmatamentos decorrentes da “limpeza” de áreas loteadas, edificações próximas aos cursos d'água, instalação de reservatórios artificiais para criação de peixe, instalação de balneários nos próprios leitos, dentre outros. A Figura 6 evidencia problemas relacionados a usos inadequados com supressão da mata ciliar da área de estudo.

Figura 6 - Ausência de mata ciliar: área do Balneário Roncador (a), no povoado Roncador e cultura de vazante com plantação de cana-de-açúcar (b), povoado Barra das Pombas.



Fonte: Silva (2008) e Pesquisa direta (2012).

Poluição e contaminação

A proximidade de algumas edificações urbanas ou ainda rurais a cursos d'água, certas “indústrias” de abate de animais, atividade como piscicultura, e balneários têm provocado na MBRR uma série problemas ambientais que comprometem a qualidade da água ainda disponível. Durante as excursões de campo foi possível registrar a presença de resíduos sólidos depositados nos afluentes do riacho Roncador, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Contaminação física: resíduos sólidos no curso do riacho Roncador nos povoados Fazenda “89” (a) e Barra das Pombas (b)



Fonte: Pesquisa direta (2012).

Pode-se constatar ainda a contaminação das águas do riacho por produtos químicos, quando da deposição de saponáceos e derivados durante o uso doméstico por parte das comunidades locais, como pode ser constatado na Figura 8.

Figura 8 - Uso doméstico da água nos povoados Barra das Pombas (a) e Flor do Campo (b).



Fonte: Pesquisa direta (2012).

Dentre os vetores de poluição já citados também merece destaque aquele que provoca a poluição/contaminação biológica, ou seja, quando há a deposição de resíduos de origem biológica, tendo como consequência a contaminação por coliformes fecais, bactérias e outros vermes. Este problema também está presente na área de estudo, representado pelos criatórios de animais domésticos e abatedouros clandestinos, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Contaminantes biológicos: canalização de sangue de abatedouro clandestino (a), tanques de peixes (b) e mulher beneficiando alimento (c), ambos no leito do riacho.



Fonte: Pesquisa direta (2013); SEMARN de Timon (2008).

Erosão e assoreamento

Como resultado do crescimento das atividades na MBRR relativas ao estabelecimento de loteamentos, edificações urbanas e/ou rurais, abertura de estradas, mineração, instalação de áreas agrícolas com conseqüente remoção de vegetação, é comum a constatação de processos de erosão hídrica, que reconhecidamente têm maior contribuição na transformação das paisagens, provocando efeitos danosos à mesma. De acordo com IBGE (2009), os processos erosivos:

Constituem o conjunto de agentes dinâmicos através do qual atuam de maneira combinada todos os processos de degradação da superfície terrestre, incluindo intemperismo, transporte, ações mecânica e química da água corrente e de outros agentes erosivos, responsáveis pela destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, sendo por isso mesmo um importante agente modelador da superfície terrestre (IBGE, 2009, p.107).

Segundo Embrapa (2008), a erosão é o processo de desgaste e conseqüente modificação da superfície das terras (rochas e solos), sendo influenciada pela água, pelo vento, cobertura vegetal, topografia e tipo de solo.

As principais causas dos processos erosivos são os desmatamentos, as queimadas, o preparo ou manejo inadequado do solo, culturas intensivas e a ausência de planejamento de uso e de práticas conservacionistas.

Entre os agentes naturais que exercem influencia no processo erosivo estão as características da chuva e seu poder de erosividade, a declividade e o comprimento do declive do terreno, a forma das encostas, a capacidade que o solo tem de absorver água, a resistência que o solo exerce à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Em sua análise, Dyonísio (2010) cita Inbar (1998), para informar que a degradação dos solos tem afetado cada vez mais áreas com vegetação natural, bem como áreas agrícolas que são intensamente exploradas pelo homem. Esta degradação pode ser um dos maiores problemas ambientais enfrentados na atualidade. De acordo com o autor, as principais atividades responsáveis pela acelerada degradação de aspectos geomorfológicos da paisagem são as atividades humanas, como agricultura, mineração, escavações e abertura de estradas.

Diante do exposto, verificou-se que a área da MBRR, em função de seus usos atuais, também sofre com o problema da erosão e assoreamento, resultado da remoção da vegetação e revolvimento dos horizontes do solo pela atividade da mineração.

Os processos erosivos também se fazem presentes em vários pontos ao longo das vias de acesso, especialmente as rodovias, fazendo emergir exposição dos taludes marginais pela remoção da vegetação, com conseqüente desencadeamento de processos erosivos, que culminam no acúmulo de material à margem das vias de acesso. A Figura 10 evidencia o problema em questão.

Figura 10 - Processos erosivos: assoreamento do leito do curso d'água, povoado Barra das Pombas (a), acúmulo de material sedimentar, povoado Piranhas (b) e erosão dos taludes marginais, BR 316 (c).



Fonte: Pesquisa direta (2012).

Barramento/bombeamento/canalização das águas

Os barramentos, bombeamentos e desvios ou canalizações das águas dos respectivos cursos da MBRR são considerados problemas porque alteram drasticamente a vazão e velocidade das águas dos riachos, prejudicando famílias dos povoados à jusante.

Figura 11 – Barramento (a) e bombeamento (b) do curso principal do riacho



Fonte: Galvão (2010); e Pesquisa direta (2012).

Na área da MBRR este problema é bastante comum. A gravidade deste problema se torna maior quando levamos em conta que grande parte dos riachos tributários componentes da rede hidrográfica da microbacia tem caráter intermitente.

As ações de barramento e/ou bombeamento objetivam a garantia da oferta de água, bem como abastecimento de balneários para prática de lazer e tanques de piscicultura, como indicados nas Figuras 11.

A Figura 12 evidencia o desvio do curso principal do riacho do Roncador para alimentação de piscinas.

Figura 12 - Piscina do balneário “Água Limpa” com desvio subterrâneo do curso do riacho para o interior da piscina.



Fonte: Pesquisa direta (2012); *Google Earth* (26.10.2011).

Na MBRR estão localizados os povoados mais tradicionais do município de Timon, fazendas, sítios, chácaras, o que faz com que a área seja bastante frequentada. Isso revela e justifica o número elevado de canalizações, pontes e estradas (BR 316, BR 226 e estradas vicinais) que cortam toda a área da microbacia. Inevitavelmente, a necessidade de instalação para estes usos exigem medidas estruturais que modificam o sistema fluvial, segundo afirmam Tucci *et al.* (1997).

As canalizações representam obras ou serviços que tenham por objetivo dotar os cursos d'água ou trechos destes de seção transversal com forma geométrica definida, com ou sem revestimento de qualquer espécie, nas margens ou no fundo (SERGIPE, 2013). Estas intervenções aumentam, assim, a velocidade e a vazão dos rios promovendo o rápido escoamento das águas até chegarem a um canal fluvial, possibilitando a ocupação de suas margens (BOTELHO e SILVA (2004).

Segundo Botelho e Silva (2004), os sedimentos carreados são depositados nas canalizações dos rios, gerando o assoreamento e aumentando os riscos de enchentes.

Em sua análise, Tucci (1995) informa que estas intervenções, especialmente a canalização do leito do rio, diminuem a sua largura influenciando diretamente na velocidade do fluxo após passar pela estrutura de canalização aumentando o poder erosivo das águas.

Queiroz (2010) informa que as canalizações promovem o estreitamento dos canais fluviais, ou seja, estrangulam-no, diminuindo a largura original da drenagem e o fluxo das águas no leito do rio. Um exemplo de canal fluvial que sofreu a canalização de seu curso pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 - Estrada com presença de canalização (a) e consequente “estrangulamento” do riacho pelo acúmulo de sedimentos (b), Povoado Água Limpa.



Fonte: *Google Earth* (2013). Data da imagem: 26.10.2011; e Pesquisa direta (2012).

Considerando a dinâmica do sistema MBRR, Bryerley e Fryirs (2005), citados por Corrêa *et al.* (2010), identificam estes fatores presentes na microbacia (as estradas, canalizações e pequenos barramentos) como “fatores desencadeadores de distúrbios”, uma vez que os mesmos provocam a “desconectividade longitudinal” do sistema ao limitar ou “barrar” a permuta de energia e matéria ao longo do canal fluvial.

Considerações finais

A partir da identificação dos padrões de uso da terra da MBRR, aliada às inspeções de campo, foi possível identificar problemas ambientais decorrentes dos mesmos. Dentre os vários problemas constatados destaca-se a remoção das matas ciliares, prática proibida conforme Lei Nº 4.771/65, alterada pela Lei nº 12.651/12.

Os desmatamentos seguidos da supressão da mata ciliar provocam de imediato o decréscimo na infiltração das águas precipitadas sobre a bacia, favorecendo o escoamento superficial e diminuindo o tempo de permanência da água na bacia hidrográfica o que, conseqüentemente, compromete a recarga dos cursos d’água através de suas APP’s que são áreas reconhecidamente produtoras de água. Como foi observado, a remoção da vegetação também tende a provocar processos erosivos acompanhados do assoreamento dos talwegues.

As canalizações, as construções de estradas, bombeamento e os barramentos são consideradas intervenções antrópicas que provocam problemas ambientais porque limitam a permuta de energia e matéria no sistema fluvial, desencadeando respostas que se convertem em processos erosivos e/ou estrangulamentos em vários pontos do curso d’água principal, causando modificações severas na drenagem local, com destaque para o decréscimo no débito da vazão natural dos cursos d’água prejudicando famílias dos povoados a jusante.

A MBRR também registra problemas relacionados à contaminação de suas águas, seja por contaminantes sólidos, químicos e/ou biológicos, problemas que têm estreita relação com o nível cultural da população local bem como com a carência de fiscalização e proposição de soluções para o problema do abatimento clandestino de animais na área de estudo.

Conclui-se que os problemas ambientais identificados para a MBRR apontam para a necessidade de se promover padrões de uso planejados e que visem à conservação dos recursos da microbacia bem como a proteção das APP’s, conforme prescreve a Lei nº 4.771/65, alterada pela Lei nº 12.651/12, que cria as Áreas de Preservação Permanente, esclarece sobre sua importância, além de garantir o amparo legal para a preservação e recuperação das mesmas.

Entretanto, para a efetiva aplicabilidade dos dispositivos legais, sobretudo no que tange à conservação dos recursos naturais objetivando a contenção do quadro de degradação identificado para alguns pontos da MBRR, faz-se necessária a sensibilização e conscientização da população acerca dos pressupostos da Educação Ambiental e da necessidade imperativa de se implementá-la. A constatação de um bom estado de conservação da vegetação nativa (70%) para a área de estudo, entretanto, não deve minimizar a atenção dos órgãos competentes no tocante à fiscalização das Áreas de Preservação Permanente, em especial as matas ciliares.

Referências

ALVES, H. Q; ROSSETE, A. N. Áreas de uso e de conflito em APP na microbacia hidrográfica do Córrego Murquinho, Nova Xavantina – MT. In.: **Anais XIII Simpósio**

Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, 21-26 abr. 2007, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), p. 3701-3708.

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo.** 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacias Hidrográficas. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. **Erosão e conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações.** São Paulo: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. **In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO das MINAS E ENERGIA. Secretaria Geral. Projeto **RADAMBRASIL: levantamento de recursos naturais.** Folha SB 23 Teresina e Folha SB 24 Jaguaribe. Rio de Janeiro, 1973.

_____. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L4771.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2012.

_____. MINISTÉRIO da CIÊNCIA e TECNOLOGIA e INOVAÇÃO e MINISTÉRIO do MEIO AMBIENTE e RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Monitoramento de queimadas e incêndios por satélites em tempo quase-real.** Disponível em <<http://www.inpe.br/queimadas/faq.php>>. Acesso em 18. jan. 2013.

CASSETI, V. **Geomorfologia.** Disponível em: <<http://www.funape.org.br/Geomorfologia/>>, 2005. Acesso em: 23 de ago. 2012.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO ãO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Vale do Parnaíba (PLANAP): Síntese executiva: **Território dos Cocais /** Brasília, DF, 2006. 1 CD-ROM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes e Abastecimento por Água Subterrânea Estado do Maranhão Relatório Diagnóstico do Município de Timon.** Teresina, 2011.

CORREA, A. C. de B.; BARROS, A, C, M de; SOUZA, J, O, P de. Sensitividade da paisagem na bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco, Pernambuco. **Revista de Geografia,** Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, set. 2010.

DYIONISIO, H, A, F. Erosão hídrica: suscetibilidade do solo. **Revista Eletrônica Thesis,** São Paulo, ano VII, n. 13, p. 15-25, 1º semestre, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Maranhão.** Embrapa Solos, EUP/ Recife, 1986. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ma>>. Acessado em 14.05.2012.

_____. **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, *Geol. Society America Bulletin*, 56 (3), 1945.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico de 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 23 jul. 2011.

_____. **Manual Técnico de Geomorfologia.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão. Diretrizes Gerais para a ordenação territorial.** Salvador, 1997.

_____. **Cartas Topográficas.** Folhas: Teresina/PI. SB-23 X-D-II/886. Brasília:IBGE, 1984. (Escala 1:100.000), disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>, Acessado em: 18 abr. 2011.

_____. **Cartas Topográficas.** Folhas: Buriti Cortado/MA SB-23 X-D-I/885. Brasília:IBGE, 1974. (Escala 1:100.000), disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>, Acessado em: 18 abr. 2011.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS (IMESC). **Desenvolvimento econômico recente do Maranhão: uma análise do crescimento do PIB e perspectivas.** São Luis (MA), 2008.

MARANHÃO. Prefeitura Municipal. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável de Timon.** Timon-MA, 2002.

MARQUES, R.; SOUSA, L. C. Matas Ciliares e Áreas de Recarga Hídrica. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C.(Ed). **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados.** Curitiba: Sanepar, Finep, 2005.

McCORMICK, J. **Rumo ao Paraíso.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1992.

MOREIRA, A, M. Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitch map e do TM/Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica In: **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.** Curitiba. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blucher, 2010

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial – 2002 GEO 3:** Passado, presente e futuro: Capítulo 2 – Estado do meio

ambiente e retrospectivas políticas: 1972-2002. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e UMA- Universidade Livre da Mata Atlântica, 2004..

PNUMA/ANA. Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília – DF, 2011.

QUEIROZ, P. H. B de.; SALES, M. C. L. Planejamento ambiental aplicado a um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti – CE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

SERGIPE. Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe. Termos Empregados em Gestão de Recursos Hídricos Pela SEMARH / SRH / SERGIPE. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>>. Acesso em 21.01.2013.

SILVA, A. M; SCHULZ, H. E; CAMARGO, P. B. Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas. São Carlos: Rima, 2007. 2ª Ed.

SILVA, E.V, RODRIGUEZ, J.M.M, MEIRELES, A.J.A. Planejamento ambiental e Bacias Hidrográficas. Fortaleza, CE: Edições UFC, 2011.

TUCCI, C.E.M. Impactos da urbanização nas cheias urbanas e na produção de sedimentos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, relatório de pesquisa FAPERGS, 1995.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e Aplicação. 2.ed. Porto Alegre: 1997. ABRH/Editorada UFRGS.

Artigo recebido em 07-09-2013

Artigo aceito para publicação em 16-02-2014