

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

MAPEAMENTO DE DECLIVIDADE E DAS TIPOLOGIAS DE USO DA TERRA COMO SUBSÍDIO AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DE UM SEGMENTO DO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACOTI-CE.

MAPPING OF SLOPE AND TYPES OF LAND USE AS SUBSIDY ZONING TO ENVIRONMENTAL OF A SEGMENT OF BASIN RIVER MIDDLE RIVER COURSE PACOTI-CE.

Pedro Henrique Balduino de Queiroz
Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará
pedrobalduino@hotmail.com

RESUMO: O presente artigo trata de uma proposta de zoneamento ambiental elaborada para um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, tomando como base o mapa de declividade e a dinâmica temporal de uso da terra em 1998 e 2010. Do ponto de vista metodológico, recorreu-se ao uso de imagens SRTM para a elaboração do mapa de declividade e imagens de satélite para o mapeamento do uso da terra nos anos em questão, bem como, a utilização de *softwares* de geoprocessamento. Os resultados evidenciaram cinco classes de declividade, cujas características evidenciam as diferentes condições geomorfológicas da bacia. Quanto ao uso da terra, observou-se entre 1998 e 2010 um aumento significativo da área urbana, da agricultura e do solo exposto, bem como, o surgimento de duas novas classes de uso associadas à indústria e a mineração. A interpretação dos mapas de uso da terra evidenciaram que ao longo de 20 anos, esse setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti sofreu significativas alterações ambientais, resultado da ação dos diversos agentes que se utilizam dos recursos naturais e que acabam por gerar uma cadeia de impactos negativos. A etapa final contempla a proposta de zoneamento, cujas classes identificadas são a zona de preservação permanente, a zona de preservação ambiental, a zona de recuperação ambiental e a zona de uso disciplinado, abarcando as distintas condições ambientais da bacia. Por fim, espera-se que este estudo possa subsidiar a tomada de decisões no que concernem as políticas públicas voltadas ao planejamento ambiental da área.

Palavras-chave: declividade, uso da terra, zoneamento ambiental

ABSTRACT: This article deals with a proposal of environmental zoning developed for a segment of the middle course of the river basin of the river Pacoti, based on the slope map and the temporal dynamics of land use in 1998 and 2010. From a methodological point of view, resorted to the use of SRTM images for the preparation of the slope map and satellite images for mapping land use in the years in question, as well as the use of GIS software. The results evidenced five slope classes whose characteristics show the different geomorphological conditions of the basin. Regarding the use of the land, it was observed between 1998 and 2010 a significant increase in urban areas, agriculture and exposed soil, as well as the emergence of two new classes of use associated with the industry and mining. The interpretation of land use maps showed that over 20 years, this sector of the basin of Pacoti River has undergone significant environmental change, the result of action of various agents that use natural resources that end up generating a chain of impacts negative. The final step includes the proposed zoning, whose classes are identified the area of permanent preservation, the area of environmental preservation, environmental recovery area and the disciplined use zone, covering the different environmental conditions of the basin. Finally, it is expected that this study may support the decision-making that concern the public policies aimed at environmental planning area.

Keywords: Slope; land use; environmental zoning.

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação desordenada do solo em bacias hidrográficas têm provocado alterações ambientais às vezes irreversíveis, uma vez que, as intervenções humanas estão ocorrendo em um ritmo superior à capacidade de regeneração dos sistemas fluviais, provocando assim, a perda irreparável dos recursos naturais e da qualidade de vidas das populações que estão inseridas nesses ambientes.

Nos últimos anos, a bacia hidrográfica do rio Pacoti vem passando por uma série de transformações ambientais, resultantes da ação dos diversos agentes locais; de um lado a falta de informação da população com práticas de uso e ocupação desordenada, manejo inadequado dos recursos naturais associados à própria suscetibilidade da área a ação de processos naturais, de outro a ausência de planejamento e políticas públicas adequadas que venham a inserir a população no processo de tomada de decisões locais.

É nesse contexto que o zoneamento ambiental se insere, pois permite a identificação e a delimitação de unidades ambientais na bacia, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado, tendo como resultado a apresentação de um conjunto de unidades, cada qual sujeita às normas específicas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio ambiente (SANTOS, 2004, p. 39).

Através do zoneamento, pode-se estabelecer diferentes zonas, com finalidade de fornecer subsídios técnicos para a definição em obras de engenharia, áreas de proteção dos recursos hídricos, o uso agrícola, o planejamento territorial e a proteção ambiental. De acordo com a Lei nº 6.938, de 31/08/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, o zoneamento ambiental é um instrumento que visa assegurar em longo prazo, a igualdade de acesso aos recursos naturais, econômicos e socio-culturais, de modo a garantir a sustentabilidade ambiental.

O artigo intitulado “Mapeamento da declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti”, é resultado das atividades do Programa de Pós-graduação em Geografia - Mestrado, da Universidade Federal do Ceará- UFC. Em termos gerais, este trabalho tem como objetivo elaborar uma proposta de zoneamento ambiental para este

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

setor da bacia, tomando como base o mapa de declividade e uso da terra, que fornecem importantes indicadores acerca de dinâmica geoambiental da área.

O rio Pacoti tem um curso longitudinal de cerca de 112,5 Km com uma área aproximada de 1.257 km² estando suas nascentes localizadas, na vertente setentrional do Maciço de Baturité, em nível altimétrico entre 700m e 900m, abrangendo os municípios de Pacoti e Guaramiranga, na Latitude de S 4° 12' e Longitude de W 38° 54' e sua foz localiza-se no município de Aquiraz na faixa costeira delimitada pelas coordenadas geográficas S 3° 49' 05" e W 38° 23' 28". O rio banha os municípios de Pacoti, Redenção, Acarape, Pacajus, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz. O recorte espacial de análise desta pesquisa trata-se de um trecho do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti, abrangendo aproximadamente 247,6km² e inserida maior parte nos municípios de Redenção e Acarape, conforme a figura 01.

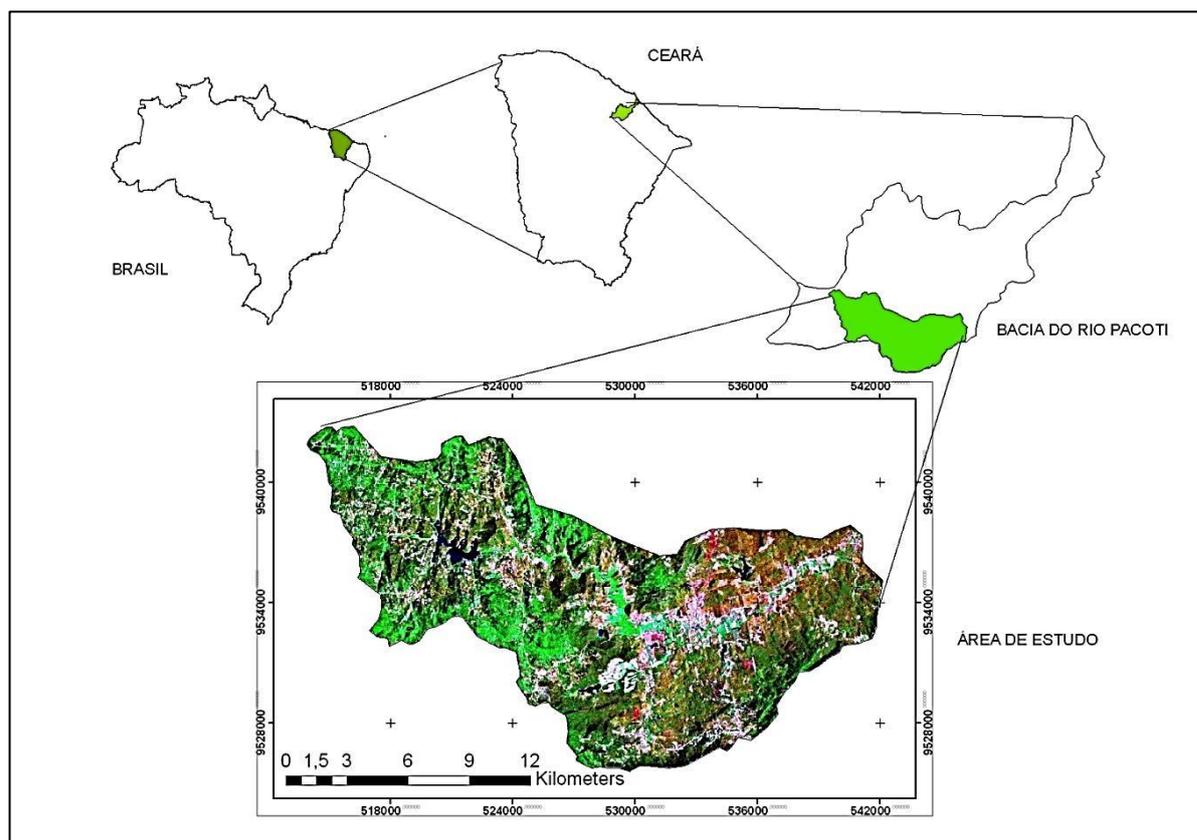


Figura 1- Localização geográfica da área de estudo

Optou-se por estudar apenas um trecho do médio curso rio Pacoti, pela necessidade de investigar de forma mais específica a dinâmica geoambiental da bacia no

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

setor, pois se entende que uma bacia hidrográfica quando subdividida em hierarquias menores, se constitui em unidade fundamental de trabalho, justamente por apresentar uma área menor, mais fácil de ser monitorada.

Geologicamente, esse setor da bacia é formado pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Ceará, Granitóides Diversos, e Depósitos Aluviais. Do ponto de vista geomorfológico, esse setor da bacia abrange os Sertões Periféricos do Maciço de Baturité, marcado pela alternância de relevo plano e suave em alguns setores (200 m) a trechos onde o relevo é ondulado, com altitude em torno de 600m. Nesses locais, a topografia exhibe feições dissecadas e com algumas características semelhantes às feições morfológicas do ambiente serrano.

No geossistema serrano a incidência de totais pluviométricos elevados, permite incluí-lo como um dos mais pluviosos do Estado, onde o clima regional é marcado pela semi-aridez. A área serrana de Baturité sofre influência orográfica e a interceptação de umidade se faz de modo marcante, ocasionando uma intensificação dos eventos pluviais da ZCIT durante o verão-outono.

As condições climáticas subúmidas favorecem a intensificação das condições de dissecação do relevo. Nas formas aguçadas, com relevo de topo contínuo e aguçado separados geralmente por vales em “V”, a dissecação varia de muito fraca (< 250 m) a muito forte (>750 < 1750m). Já nas formas convexas, onde o relevo de topo é convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separado por vales em “V” e eventualmente por vales de fundo plano, a dissecação é fraca (<250m).

A caracterização climática para este setor da bacia refere-se aos dados de temperatura e precipitação dos municípios de Redenção e Acarape. Os valores totais anuais de pluviosidade para Redenção oscilam entre 344,5 mm/ano (1993) e 1902,1 mm/ano (2001), já para Acarape oscilam entre 365,6 mm/ano (1993) e 1767,2 mm/ano (1994), resultando numa média total de 1164 mm para Redenção e 1039,4 mm para Acarape. No que se refere às temperaturas médias mensais, o município de Redenção registrou mínima de 24,7° C em julho e a máxima de 26,4°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 25,6°C. Já no município de Acarape, a mínima foi de 26,1°C em julho e a máxima de 27,7°C em dezembro e janeiro, resultando numa média anual de 27,0°C (FUNCEME, 2008).

Os dados de balanço hídrico revelam que o período de maior intensidade pluviométrica corresponde à época de reposição de água no solo, onde há o excedente hídrico, justamente quando os solos já estão com sua capacidade máxima de armazenamento atingida e as precipitações são mais elevadas. Este período vai de janeiro até meados de julho, sendo o mês de abril o que apresenta maior excedente hídrico para a área. Em contrapartida, há uma deficiência hídrica durante 4 (quatro) meses, iniciando-se em setembro e prolongando até dezembro. Na área os maiores déficits são registrados em outubro (120 mm), e novembro (120). A partir de dezembro têm-se um aumento nos valores de precipitação iniciando-se em janeiro um novo período de excedente hídrico. A figura 2 apresenta o gráfico do balanço hídrico para a área de estudo, referente ao período de 1978 a 2008.

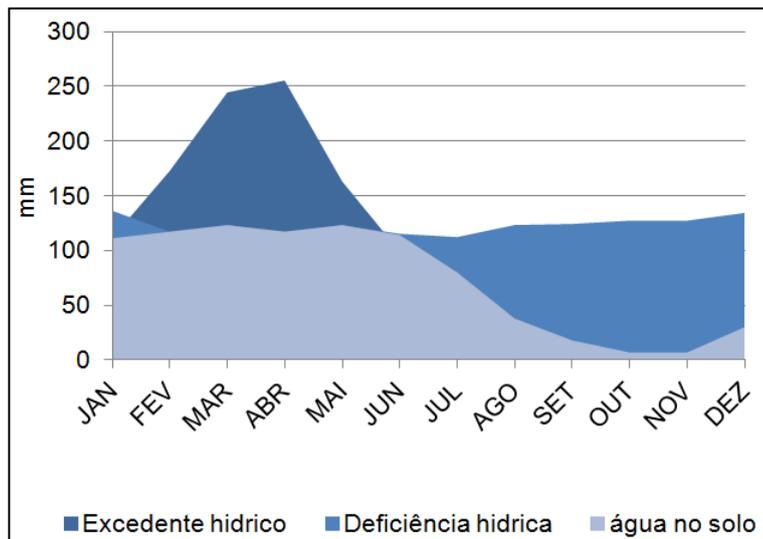


Figura 2 - Gráfico do balanço hídrico para a área de estudo referente ao período de 1978-2008.

Os rios e riachos da área apresentam como um de seus traços mais característicos o referente à duração do escoamento superficial, concentrado durante a estação chuvosa, exceto o próprio rio Pacoti que têm seu escoamento assegurado de modo parcial, pelas pequenas barragens à montante.

Estudos morfométricos preliminares realizados por Queiroz (2010) para este setor da bacia, revelam que o padrão de drenagem é do tipo dendrítico, a densidade de drenagem é considerada baixa (0,56km/km²) e a densidade hidrográfica é baixa (0,21 rios/km²). Ademais, o autor verificou através da aplicação do índice de circularidade (Ic= 0,43) e do coeficiente de compacidade (KC= 1,50) que esse trecho da bacia mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação (ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais) pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor acima da unidade (1) e o índice de circularidade ser menor que 0,51. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada, favorecendo o escoamento superficial.

Conforme o levantamento realizado pela EMBRAPA (1999), a pedologia da área é formada pelas seguintes classes de solos: argissolos vermelho amarelo eutrófico (193,4 km²) e distrófico (12,4 km²), luvisolos (25,6 km²) e neossolos flúvicos (12,82 km²).

MATERIAIS E MÉTODOS

Fundamentalmente, a metodologia empregada compreendeu quatro etapas específicas e complementares, a saber: a) a elaboração do mapa de declividade, b) a análise espaço-temporal do uso da terra, c) a elaboração da proposta de zoneamento ambiental, d) e a integração dos dados e discussão dos resultados.

O mapa de declividade foi derivado dos dados da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) cedidos pela EMBRAPA (2010), de onde foram extraídas as curvas de nível de 100m. A compilação e a manipulação desses dados se deu no ArcGIS 9.1. No tocante a declividade, constatou-se cinco classes, que foram adaptadas da metodologia de Ross (1990), conforme mostra o quadro 1:

Quadro 1- Classes consideradas na elaboração do mapa de declividade

Classes	Intervalos de declividade (%)	Características do relevo	Categoria
A	< 5 %	Plano e suave	Muito Fraca
B	5 -10%	Suave ondulado	Fraca
C	10 a 15%	Ondulado	Média
D	15 a 25%	Forte ondulado	Forte
E	25 a 45%	Montanhoso/escarpado	Muito Forte

Fonte: Ross (1990)

Em seguida, foram elaborados os mapas de uso da terra referente aos anos de 1988 e 2010. Foram consideradas cinco classes de uso da terra, adaptadas do Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE/2006. Foram definidas as seguintes classes: área urbanizada, agricultura, área industrial, solo exposto e mineração.

A classe área urbanizada compreende áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies não-agrícolas. Na classe agricultura foram consideradas as terras utilizadas para a produção de alimentos e outras *commodities* do agronegócio. A classe área industrial compreende o uso da terra por atividades industriais. A classe solo exposto abrange aquelas áreas que não apresentam nenhuma cobertura vegetal; a classe mineração referente àquelas áreas de extração de calcários, a classe vegetação referente àquelas áreas onde a vegetação encontra-se conservada e a classe corpos d'água, onde foram considerados os corpos d'água naturais (rios, lagoas) e artificiais (açudes).

Para a elaboração dos mapas de uso da terra referente aos anos de 1988 e 2010, foram utilizadas imagens do satélite Landsat TM 5 e 7, respectivamente. As imagens do programa Google *Earth*, referentes ao ano de 2008, foram utilizadas principalmente para à identificação dos impactos ambientais.

Na etapa subsequente, foi elaborado o mapa de zoneamento ambiental levando em conta os dados provenientes do mapa de declividade e de uso e ocupação do solo. Assim para a elaboração deste produto final, seguiu-se a proposta de Rocha (1997) que determina as seguintes classes de zoneamento: área de preservação permanente (APP), zona de preservação ambiental (ZPA), zona de uso disciplinado (ZUD), zona de recuperação ambiental (ZRA).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A classe A é formada por áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial é bastante lento e cuja declividade varia entre 0 até 5%, com relevo plano e suave. A declividade do terreno não oferece restrição ao uso, não havendo erosão hídrica significativa, exceto naquelas áreas onde as vertentes apresentem rampas muito longas e

solos susceptíveis a processos erosivos. As declividades de 5% são consideradas limite para o desenvolvimento de processos erosivos. Neste setor da bacia, essa classe ocupa uma área de aproximadamente 114,4km² e abrange boa parte da depressão sertaneja e da planície fluvial.

Abrangendo uma área de aproximadamente 31,5km², a classe B corresponde às áreas com declives suaves, entre 5 a 10%, nos quais, na maior parte dos solos o escoamento superficial é lento ou médio. Em alguns tipos de solos com esses declives, a erosão hídrica não oferece nenhum problema; de modo que, em muitos deles, são necessárias apenas práticas de conservação.

A classe C ocupa uma área em torno de 36,1km², correspondendo à área dos sertões e pés-de-serras do maciço de Baturité. Compreende áreas onde o relevo é ligeiramente inclinado (10 a 15%), nos quais, o escoamento superficial, para a maior parte dos solos é médio ou rápido. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas, podendo ser controlada com práticas simples; na maioria das vezes, práticas complexas de conservação dos solos são necessárias para que terrenos como esses possam ser utilizados para atividades agrícolas.

A classe D abrange uma área de aproximadamente 51,8km², onde o relevo é fortemente inclinado (15 a 25%), e cujo escoamento superficial é muito rápido em boa parte dos solos, torando-os facilmente erodíveis.

A classe E ocupa uma área de 13,4km², correspondendo aos topos de morros. Representam, pois, as áreas com severa suscetibilidade a erosão, de relevo montanhoso e com declividade entre 25% a 45%, não sendo recomendadas para o uso agrícola, sob pena de serem erodidas em poucos anos. Nessas áreas deve ser estabelecida uma cobertura vegetal visando à preservação ambiental. A figura 3 apresenta as classes de declividade obtidas para a área de estudo.

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

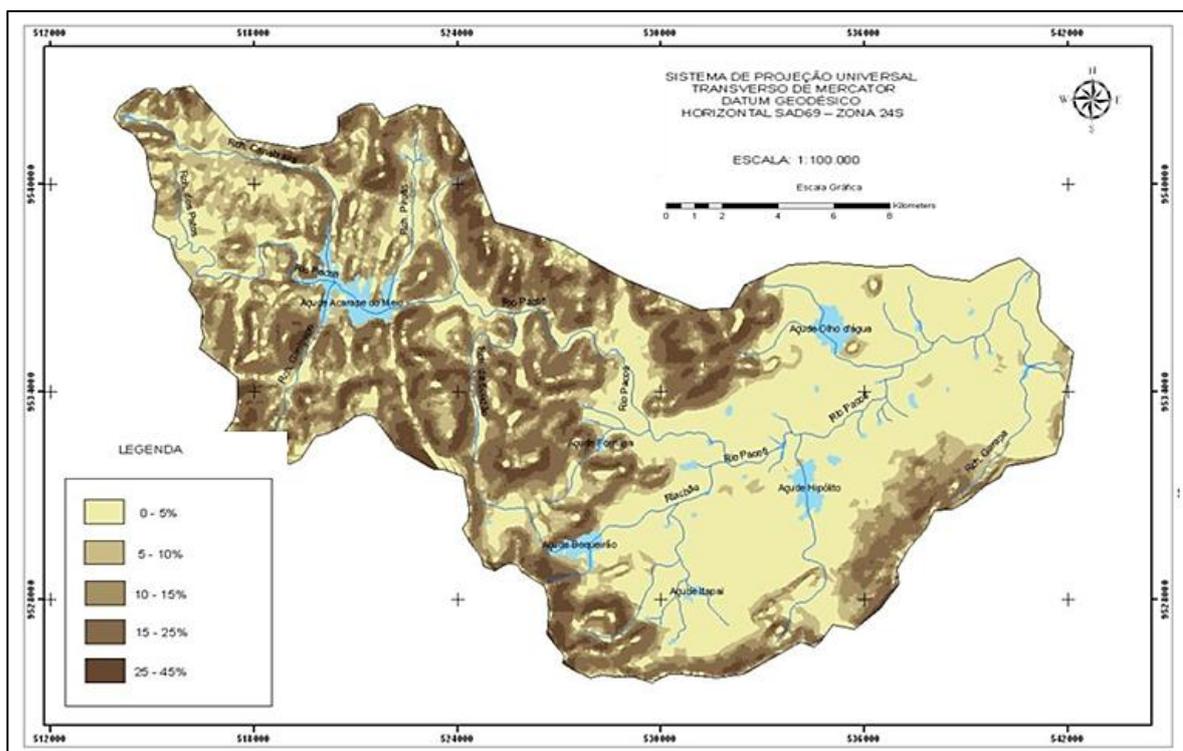


Figura 3- Mapa de Declividade da área de estudo.

No tocante ao uso da terra, foram elaborados dois cenários temporais, de modo que em 1988 foram identificadas cinco classes de uso da terra, e sete classes no cenário de 2010. Entre os anos de 1980 e 2010 três classes tiveram expansão (áreas urbanizadas, agricultura e solo exposto) e surgiram duas novas classes, indústria e mineração, conforme observado nas figuras 4 e 5.

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

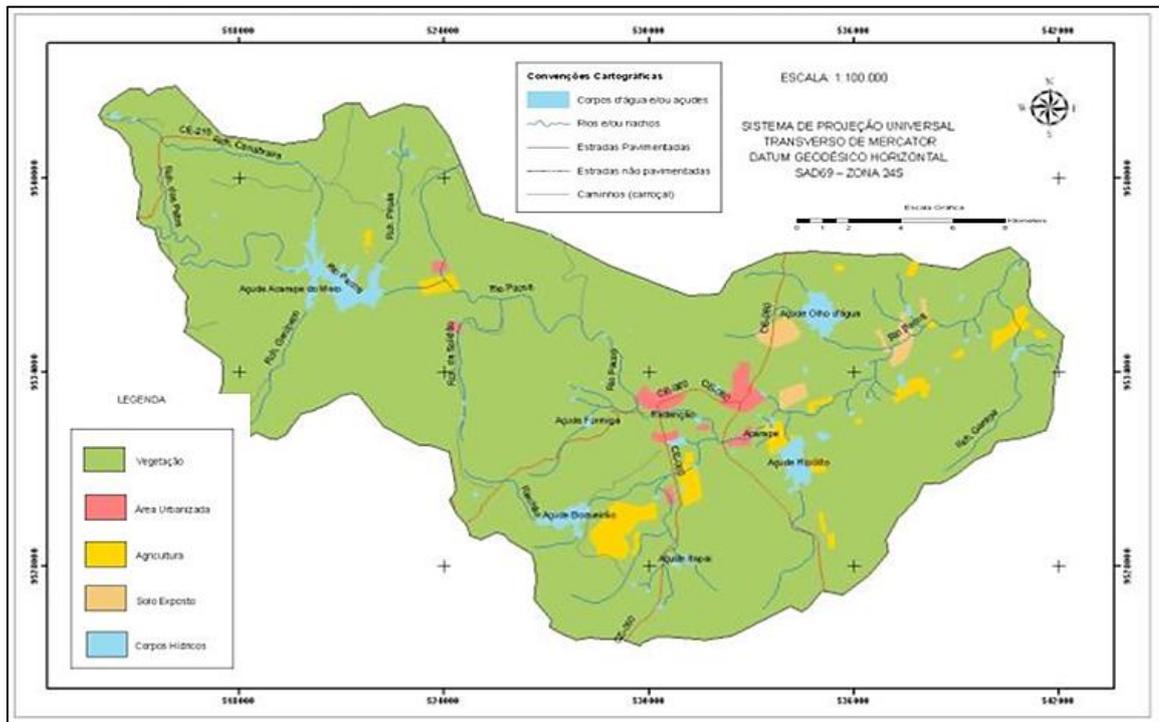


Figura 4- Mapa de uso da terra- 1988

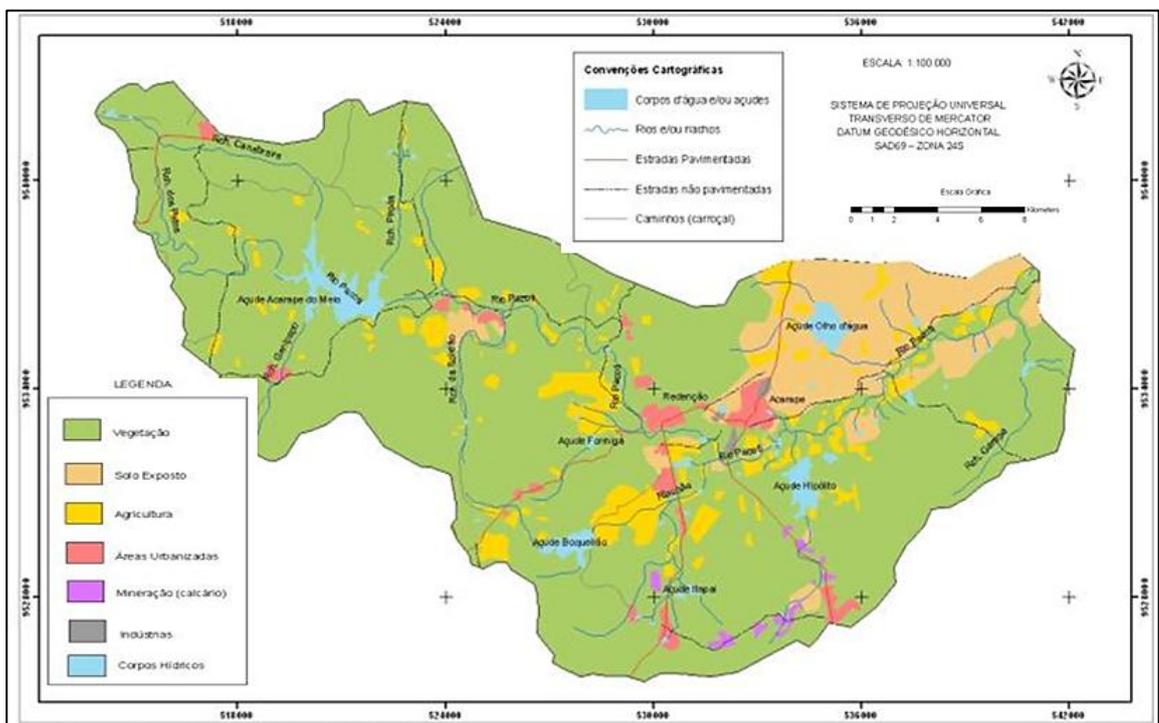


Figura 5- Mapa de uso da terra- 2010

No ano de 1988 a classe agricultura ocupava uma área em torno de 626,02 ha (6,2km²), passando a ocupar em 2010 uma área de 1670,60 ha (16,7 km²), representando um aumento de 166%. O aumento desta classe nos últimos 20 anos está ligado ao avanço das plantações de milho, feijão, banana e cana-de-açúcar para comercialização. Constatou-se que tais práticas agrícolas ocupam predominantemente as áreas de Neossolos Flúvicos, próximas aos cursos d'água e nas vertentes, fato que favoreceu a perda da camada orgânica do solo, pelas queimadas, escavações de valas e retirada da cobertura vegetal morta.

As classes indústria e mineração não foram identificadas na análise de 1988, no entanto em 2010 ocuparam uma área de 38,05 ha (0,38 km²) e 91,1, ha (0,9km²), respectivamente. Importante destacar a presença da indústria de tintas Ytapaí Cor, que faz uso dos metacalcários presentes na estrutura geológica conhecida como Unidade Independência para fabricação de tinturas. Tal prática tem contribuído para a exposição das vertentes, ocasionando processos de erosão, uma vez que se constituem em áreas degradadas. Já a classe corpos d'água apresentou-se semelhante para ambos os anos, ocupando uma área de 1158,2 ha (11,5 km²).

A classe urbanização registrou em 1988 uma área de aproximadamente 280,49 ha (2,8 km²), passando em 2010 a ocupar uma área em torno de 541,31 ha (5,14 km²), evidenciando um aumento de 93% em 20 anos. Cabe destacar que, pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)-Redenção (2000), o crescimento da área urbana deveria se dá em função da melhoria da qualidade de vida, do conforto das populações e das potencialidades de cada área. No entanto, observa-se um crescente processo de urbanização nas áreas das vertentes, cuja declividade é bastante acentuada.

Em relação ao solo exposto, observa-se uma significativa expansão dessa classe que em 1988 ocupava uma área de 211,44 ha (2,1 km²), passando em 2010 a ocupar 2411,54 ha (24,1 km²). Este fato pode ser justificado pelo aumento dos desmatamentos e queimadas especialmente nas áreas dos Luvisolos, onde a declividade varia entre 5% a 10%. É bastante comum na área bacia a utilização do fogo na preparação do terreno para agricultura, o que ao longo dos anos leva o solo a perder a fertilidade natural, bem como ao aumento dos processos erosivos. Esse fato pode ser explicado também pela pecuária extensiva, onde bovinos e caprinos, ficam livres para pastar, principalmente na área da

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

Depressão sertaneja. Tais práticas podem comprometer as taxas de escoamento superficial e infiltração, em função da acelerada erodibilidade dos solos da bacia.

Por outro lado, um aumento do solo exposto significa uma redução da cobertura vegetal. Em 1988 essa classe ocupava uma área de 22691,2 ha (226,9 km²), enquanto que, em 2010 reduziu-se para 18872,2 ha (188,7 km²), evidenciando uma redução de 16% na cobertura vegetal. Essa redução contribui para o aumento da erosividade da chuva na área. Apesar da redução da cobertura vegetal, é importante destacar que ela ainda encontra-se bastante conservada, em vários topos das vertentes e trechos da planície fluvial.

A interpretação dos mapas de uso da terra evidenciou que ao longo de 20 anos, esse setor da bacia hidrográfica do rio Pacoti sofreu significativas alterações do ponto de vista ambiental, resultado da ação dos diversos agentes que se utilizam dos recursos naturais e que acabam por gerar uma cadeia de impactos negativos, que comprometem não só a sustentabilidade dos recursos naturais, como também a qualidade de vidas das populações que se utilizam desses recursos. A tabela 1 apresenta uma síntese dos dados de evolução do uso da terra em 1988 e 2010.

Tabela 1- síntese da evolução do uso da terra em 1988 e 2010

Classes de uso	Uso da terra 1988		Uso da terra 2010	
	Área em ha	Área em Km ²	Área em ha	Área em Km ²
Agricultura	626,02	6,2	1670,60	16,7
Indústria	-----	-----	38,05	0,38
Mineração	-----	-----	91,1	0,9
Áreas urbanizadas	280,49	2,8	514,31	5,14
Solo exposto	211,44	2,1	2411,54	24,1
Vegetação	22691,2	226,9	18872,2	188,7
Corpos d'água	1158,2	11,5	1158,2	11,5

Os impactos ambientais na área são resultantes de uma hierarquização dentro de um contexto histórico de ocupação até os dias atuais, havendo com isso, uma evolução na degradação dessa área. É importante destacar que a partir do final do século XIX, com o aumento da população residente na região do Maciço de Baturité, associado a falta de conhecimento das técnicas de uso do solo, ocorreu o agravamento da degradação dos recursos naturais. Dentre os diversos impactos ambientais observados na área cabe destacar: os desmatamentos e queimadas, a degradação ambiental das vertentes, a degradação ambiental das matas ciliares, a ocupação urbana desordenada na planície fluvial, a intervenção da agropecuária, a poluição e contaminação por esgotos e resíduos domésticos, a intensificação dos processos erosivos, e os barramentos nos cursos d'água.

O desmatamento é dos principais fatores do empobrecimento dos solos, uma vez que a retirada da cobertura vegetal deixa o mesmo exposto à força das águas das chuvas intensificando a suscetibilidade aos processos erosivos e gerando a perda da biomassa, e conseqüentemente de biodiversidade. Portanto, os cultivos de ciclo curto e a bananicultura têm sido as principais causas de degradação da cobertura vegetal, juntamente com a retirada da madeira para diferentes tipos de uso (como combustíveis, as *olarias* nos sertões e as *caieiras* localizadas na região de Redenção). Como principais conseqüências destas práticas, pode-se citar as condições de instabilidade do relevo e o carreamento das camadas superficiais do solo, que conseqüentemente vão colaborar para um maior assoreamento dos cursos d'água e açudes na região.

Assim, as mudanças no uso do solo nas encostas geram processos erosivos que podem promover alterações na dinâmica fluvial, de modo que, a bacia hidrográfica do rio Pacoti, especialmente no trecho de estudo, compreende um conjunto de estruturas destacando-se as formas de relevo representadas pelas vertentes, que mantem relação direta com os canais fluviais, através da ação dos processos erosivos e pela dinâmica de uso da terra pela população local.

É possível perceber ainda a degradação das vertentes associada à extração de calcário que vem sendo realizada para a produção de cal voltada para a indústria da cerâmica e calcário dolomítico para o emprego corretivo do solo. Estes depósitos calcários fazem parte de uma extensa lente com cerca de 5 km de comprimento por 400

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

m de largura, destacando-se caracteristicamente na topografia local. A uma distância de 8 km da sede do município de Redenção, encontra-se uma jazida calculada aproximadamente 46.630.100 toneladas, apresentando coloração, mais comumente branca, porém pode apresentar tonalidade cinza, com granulação fina à média e sendo constituídos essencialmente de calcita, dolomita, com teores médios de CaO de 30% e MgO de 20% (Ver figura 6).



Figura 6- Extração de calcário. Notar a degradação das vertentes

Os espaços destinados às atividades urbanas apresentam características distintas das demais classes de uso da terra, uma vez que o processo de urbanização traz com ele profundas mudanças no uso do solo. Na área de estudo, tais modificações vêm ocasionando alterações nos processos de infiltração e drenagem da área urbanizada, acarretando a elevação do índice de impermeabilização do solo, acentuando a redução nos índices de vegetação, bem como, a ocupação de áreas sujeitas às enchentes.

Atualmente, os usos da água na bacia, se direcionam também para fins agropecuários, representando uma quantidade significativa de consumo, em razão da agricultura e da pecuária. A pecuária local compromete seriamente os recursos hídricos através do escoamento superficial (*runoff*) pelas águas das chuvas, pois os animais agentes de compactação do solo e na área de estudo são responsáveis por uma série de

outros problemas ambientais e de saúde.

Em adição, verificou-se que os despejos de esgotos domésticos no rio Pacoti, acarretam uma série de problemas ao ambiente, especialmente durante a estação chuvosa. É possível observar que durante as cheias, às águas invadem os lixões e vazadouros situados às margens do rio, arrastando os detritos sólidos (lixo flutuantes) para dentro do sistema de drenagem, agravando ainda mais a situação,

Na área em estudo, diferentes processos erosivos foram constatados, sobretudo na zona rural de Acarape, próximo ao município de Barreira, estando diretamente relacionados à barragem do Açude Acarape do Meio, bem como, associado a fatores antrópicos como a degradação das matas ciliares ao longo do curso do rio.

Frente a essa dinâmica de degradação ambiental, a etapa final deste trabalho contempla a elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental, tomando como base o mapa de declividade e os mapas referentes à dinâmica espaço-temporal de uso da terra.

A zona de preservação permanente (APP's) corresponde às paisagens cuja classificação Ecodinâmica é representada por ambientes fortemente instáveis. Mesmo com a presença de cobertura vegetal densa, as áreas de relevo acidentado são consideradas fortemente instáveis. Nessas áreas de APP's deve-se incentivar o reflorestamento com espécies nativas, sobretudo nas margens de rios, nas vertentes íngremes e nos topos de morros (BASTOS, 2005,p.22). Neste setor da bacia, essa zona compreende as áreas com declividades entre 25 a 45%, bem como as margens de rios com 100 metros, os açudes com mais de 20ha (100m) , os corpos d'água menores que 20 ha (50m) e maiores que 20 ha (100m).

A zona de preservação ambiental (ZPA) visa à manutenção dos ambientes naturais necessários à existência ou reprodução da biodiversidade. São constituídas por áreas frágeis face às intervenções humanas, englobando os espaços que sofreram restrições ao uso, conforme definido na legislação ambiental. A zona de preservação ambiental compreende as áreas onde o declive varia entre 15 a 25%, cujas atividades devem ser limitadas, voltadas predominantemente para o lazer, o ecoturismo, e a pesquisa científica.

A zona de uso disciplinado (ZUD) compreende as áreas onde o uso e ocupação

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

deve obedecer algumas restrições. Essa zona é formada por áreas onde a exploração deve ser realizada de maneira a garantir a manutenção dos recursos naturais e dos processos ecológicos. Corresponde às áreas de relevo plano, com predominância de superfícies horizontais com desnivelamentos muito pequenos ou relevo suave ondulado, e com superfícies de topografia pouco acidentadas. Nessas áreas deve ser desenvolvida a expansão urbana, as atividades agropecuárias, a mineração, a indústria, no entanto, assegurando a conservação da bacia. Para estas áreas, onde o uso deve ser disciplinado, devem-se adotar planos de manejo e ocupação, visando menor grau de degradação.

A zona de recuperação ambiental (ZRA) compreende as áreas em estado de degradação moderada a forte, requerendo a adoção de medidas capazes de levá-las a recuperar suas condições de equilíbrio. São, portanto, áreas de conflitos ambientais onde ocorreram inadequadas práticas de uso do solo nos últimos anos, e por isso devem ser recuperadas. Os solos nessa classe encontram-se sem cobertura vegetal e/ou parcialmente expostos, resultado de queimadas e desmatamentos. Abrange vários pontos da bacia, especialmente nas áreas onde a declividade varia entre 0 a 10%. A figura 7 apresenta o mapa de zoneamento ambiental para a área de estudo.

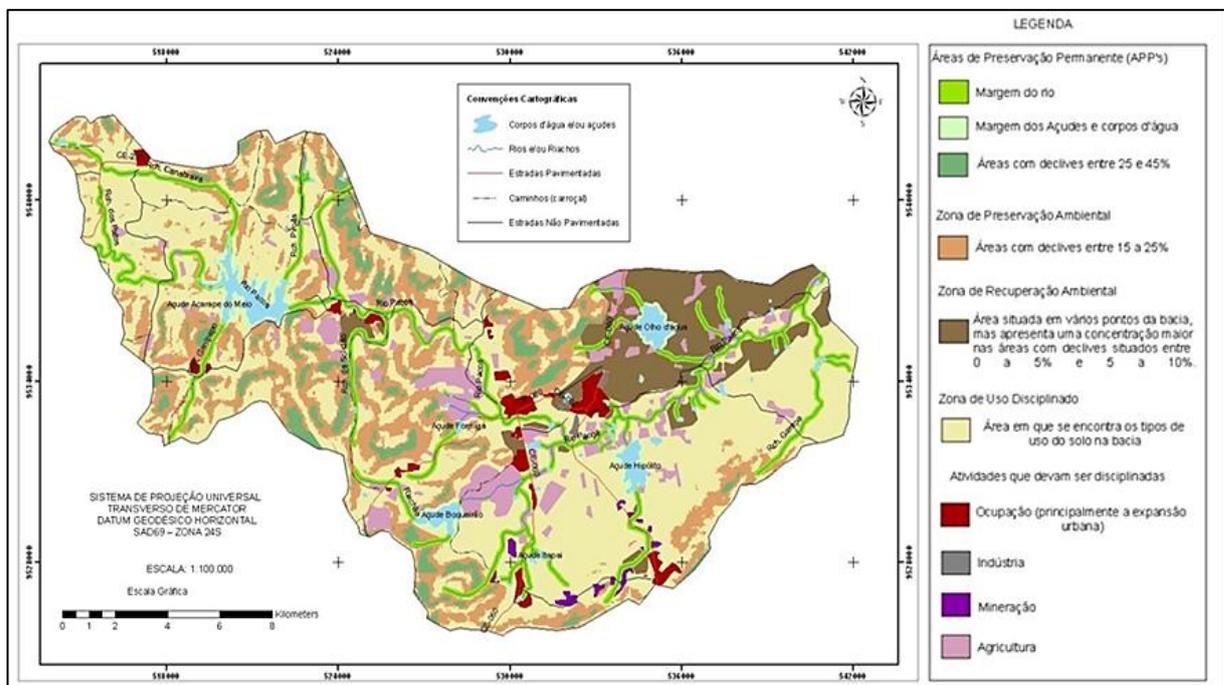


Figura 7- Mapa de Zoneamento Ambiental

CONCLUSÕES

A acelerada degradação dos recursos naturais compromete a qualidade de vida das atuais e futuras gerações, e por outro lado, leva a sociedade a buscar modelos alternativos que harmonizem o desenvolvimento econômico com a conservação do meio ambiente.

Neste artigo foram lançadas algumas contribuições para o uso sustentável dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Pacoti, através da elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental integrado, onde foram considerados os mapas de declividade e de uso da terra. Em síntese, este estudo setorizado possibilitou, por um lado, traçar as principais características hidromorfológicas da bacia associando-as as diversas tipologias de uso e ocupação do solo, bem como identificar os principais impactos e processos de degradação ambiental.

A partir da utilização de técnicas de geoprocessamento foram elaborados mapas temáticos que forneceram informações de grande relevância para tal diagnóstico ambiental, uma vez que possibilitaram identificar as principais características físicas da área, bem como as transformações ambientais ocorridas na bacia ao longo de 20 anos.

É importante salientar ainda que este estudo não procurou solucionar os problemas gerados pelos atores sociais envolvidos na problemática, mas analisar as causas, estimulando uma maneira diferente de analisar a bacia hidrográfica e seus problemas; e perceber que de uma forma ou de outra, absolutamente tudo está interligado dentro da dinâmica de sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, F. H. *Guaramiranga: propostas de zoneamento e manejo ambiental*. 2005. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/UFC. Fortaleza, 2005.

EMBRAPA, *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. Base de Dados. Disponível em: acesso em: 18 nov. 2009.

FUNCEME, *Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos*. Base de dados pluviométricos. Fortaleza: FUNCEME. Disponível em <www.funceme.br>. Acesso em 15 de outubro de 2008.

QUEIROZ, P. H. B. Mapeamento de declividade e das tipologias de uso da terra como subsídio ao zoneamento ambiental de um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti - CE.

QUEIROZ, P. H. B. *Planejamento Ambiental aplicado em um setor do médio curso do rio Pacoti – Ceará*. 2010. 200f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ROCHA, J. S. M. *Manual de Projetos Ambientais*. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. 423p.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. São Paulo. Ed.Contexto, 1990

SANTOS, R. F. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

Submetido em: 23/05/2017
Aceito para publicação em: 25/07/2017