



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO PARA A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Pedro Henrique de Omena Toledo¹; Cleuda Custódio Freire²

RESUMO - Um dos principais problemas associados à expansão urbana é a degradação hídrica. Neste contexto, há uma grande preocupação com as águas do rio Pratagy, devido a sua importância para o abastecimento de água de Maceió-AL. Sendo assim, este estudo visa realizar um zoneamento das potenciais áreas de risco para a qualidade das águas do rio Pratagy, objetivando subsidiar a sua gestão. Para atingi-lo foram gerados mapas de vulnerabilidade da geomorfologia, geologia, solos, clima e vegetação/uso do solo/áreas de risco que somados atingem ao objetivo. Esta aplicação classifica a bacia como sendo de moderada vulnerabilidade em 57% de sua extensão e que as zonas ripárias relevantes na proteção hídrica, são classificadas como altamente vulneráveis e contribuem com 9% da área da bacia.

ABSTRACT – The water degradation is one of the main problems associated with urban expansion. In this context, there is a great preoccupation for the waters of the Pratagy river, because it is important for the water supply in Maceió-AL. Thus, this study investigates potential risk areas to quality of water of the Pratagy river, aiming to support its management. To reach the objective were created maps of vulnerability of geomorphology, geology, soils, climate and vegetation / land use / risk areas. This application classifies the basin as moderate vulnerability 57% of its length and the relevant riparian zones on water protection are classified as highly vulnerable and contribute 9% of the basin area.

Palavras-chave: recursos hídricos, geoprocessamento, rio Pratagy

1)Pós-graduando em Recursos Hídricos e Saneamento. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Cidade Universitária. (82)9914-4794. ph_mcz@hotmail.com
2)Docente do Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Alagoas. Av. Lourival Melo Mota, S/N, Cidade Universitária. (82)9921-9811.
ccf@ctec.ufa.br

1. INTRODUÇÃO

As alterações quali-quantitativa dos recursos hídricos são capazes de interferir drasticamente no desenvolvimento e planejamento socioeconômico de um território. Responsáveis pelos maiores impactos negativos nesses recursos, estão o crescimento urbano e a expansão das atividades econômicas. Neste contexto, é imprescindível que haja um planejamento territorial ambiental que tenha como base as inter-relações do ambiente.

O desenvolvimento das cidades exige que se faça uso estratégico dos recursos hídricos e para isso é preciso superar certos paradigmas sobre a disposição final de efluentes líquidos e resíduos sólidos. Sem que haja uma gestão ativa para fazer valer a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água não será tratada como um bem indispensável à sobrevivência e manutenção da vida.

No município de Maceió-AL, a situação de muitos cursos d'água se encontra em estado acelerado de degradação (Carvalho, 1998), dentre eles está o rio Pratagy que serve como fonte de abastecimento para a capital alagoana e por isso merece atenção especial. A bacia hidrográfica do Pratagy sofreu ao longo dos anos com o suprimento da vegetação original para originar canaviais, áreas de pecuária e conjuntos habitacionais.

De acordo com Medeiros e Câmara (2001), uma gestão moderna do território se faz através de análises dos diferentes componentes do ambiente, abrangendo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento, aplicados em toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço. Isto baseado no que diz o conceito de desenvolvimento sustentado, que enfatiza a necessidade de se fazer uma análise dos efeitos dos impactos da atividade no ambiente antes de ocupar o território

Uma ferramenta que faz uso integrado de todo o ambiente é o Sistema de Informação Geográfica (SIG). Uma das vertentes do SIG é a capacidade de elaborar mapas de vulnerabilidade à perda de solo, onde esta vulnerabilidade é função dos fatores naturais do ambiente e da capacidade de alteração da paisagem pelo homem. De acordo com Crepani *et al.*(2001), a vulnerabilidade das unidades de paisagem é estabelecida por meio de uma escala de valores relativos e empíricos de acordo com a relação morfogênese/pedogênese analisando-se individualmente cada um dos temas: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso da terra e clima.

Conhecer a vulnerabilidade de uma região é de extrema importância para que se possam estimar as áreas com maior potencialidade de degradar as águas superficiais. Essa estimativa nos possibilita elaborar um plano de gestão, direcionado à recuperação e proteção do ambiente, garantindo assim, a estabilidade do sistema e mantendo a qualidade do meio aquático (Spörl 2004; Silva *et al.* 2011; Freire *et al.* 2014; Simões *et al.* 2007)

Portanto, o geoprocessamento vem permitir que se possa avaliar a qualidade das águas superficiais relacionadas com potenciais áreas de risco, tanto no aspecto natural quanto antrópico. Desta forma, este estudo tem como foco identificar e mapear as áreas de risco da bacia hidrográfica do Pratagy, oferecendo um maior subsídio na sua gestão.

2. ÁREA DE ESTUDO

O rio Pratagy (Figura 1) está inserido na Região hidrográfica do Pratagy, que possui 762.8 km² e, de acordo com os dados da SEMARH/AL, é composta pelos rios: Reginaldo, Jacarecica, Pratagy, Meirim e Sapucaí. O rio Pratagy nasce no município de Messias e tem 31,2 km de extensão.

O seu escoamento se dá no sentido sudeste, derivando até o Oceano Atlântico. As declividades mais acentuadas ocorrem no trecho inicial com um desnível de 100 m em seus 6 km iniciais.

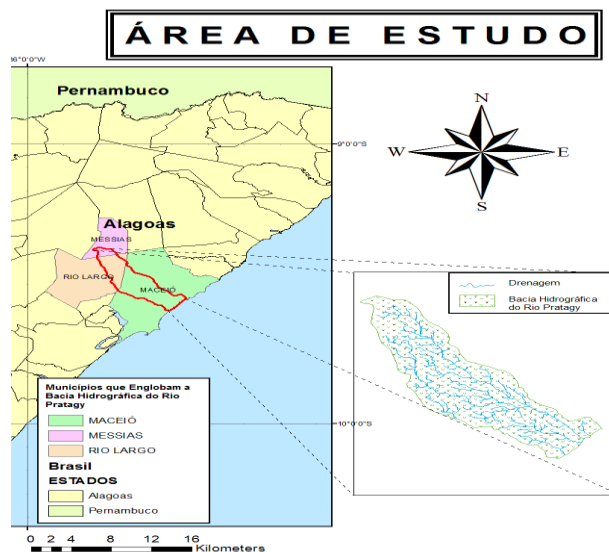


Figura 1 - localização da bacia hidrográfica do rio Pratygy.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O mapeamento das áreas de risco para a qualidade das águas do rio Pratygy-AL, foi realizado através do uso de informações obtidas de fontes diversas e envolveu uma série de etapas e procedimentos metodológicos que serão descritos nas seções subsequentes.

O ponto inicial foi a organização de todos os dados obtidos preliminarmente (dados digitais de hidrografia e uso do solo; Geologia, Tipos de solo; Modelo digital de elevação (MDE). Tais dados foram unificados no sistema de projeção cartográfica UTM, Datum SAD69 e zona 25S. Um esboço geral da metodologia é apresentado na Figura 2.

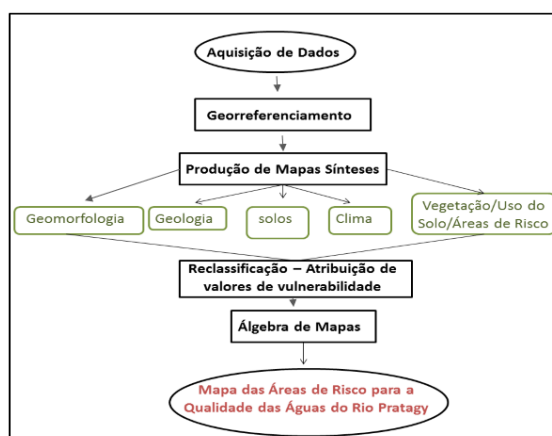


Figura 2 - Fluxograma processual para aquisição do mapa das áreas de risco

Para a obtenção do mapa de risco para a qualidade das águas do rio Pratygy, foi seguida a metodologia de Rabelo (2009). Foram gerados mapas de vulnerabilidade para os seguintes temas: geomorfologia, geologia, solos, clima e vegetação/uso do solo/áreas de risco. Os fatores de vulnerabilidade para cada mapa a ser gerado seguiram o disposto na Tabela 1.

Tabela 1- Fatores Considerados para Determinar a Vulnerabilidade para a qualidade das águas superficiais

Fatores considerados para determinar a vulnerabilidade	Aspecto	Característica	Pesos atribuídos
Erosão	Geomorfologia	Amplitude Altimétrica	1
		Grau de dissecação do relevo pela drenagem (amplitude interfluvial)	
		Declividade	
	Geologia	História da evolução geológica	1
		Grau de coesão da rocha	
	Pedologia	Maturidade do solo	1
Clima	Intensidade pluviométrica (pluviosidade anual/duração do período chuvoso)	1	
	Vegetação/Usos do solo	Densidade da cobertura vegetal/ tipo de uso	3
Uso do solo no entorno das drenagens e das massas d'água	Vegetação/Usos do solo nos <i>Buffers</i> ripários	Densidade da cobertura vegetal/tipo de uso nos buffers ripários	3
Atividades potencialmente poluidoras	Atividade	Periculosidade de possível efluente	3

Fonte: Adaptado de Rabelo, 2009.

Na elaboração do mapa foi utilizada a Equação 1, que é uma adaptação de Rabelo (2009) para a formulação desenvolvida por Crepani *et al.* (2001) para a construção do mapa de vulnerabilidade à perda de solo. Em razão da conceitualização deste trabalho, nomear-se-á a formulação para “Risco para a qualidade das águas superficiais” ao invés de “Vulnerabilidade para a qualidade das águas superficiais” como proposto pelo citado autor.

$$RQAS = \frac{(R+G+S+C+(3Vga))}{7} \quad (1)$$

Onde:

RQAS = Risco para a qualidade das águas superficiais

R = Vulnerabilidade para o tema geomorfologia

G = Vulnerabilidade para o tema geologia

S = Vulnerabilidade para o tema solos

C = Vulnerabilidade para o tema clima

Vga = Vulnerabilidade para o tema vegetação/uso do solo/áreas de risco a qualidade das águas superficiais

Os valores de vulnerabilidade para os temas geomorfologia, geologia, solos, clima e uso do solo variaram de 1,0 a 3,0. Enquanto os valores das áreas de risco à qualidade das águas (zonas ripárias no entorno das drenagens e as atividades potencialmente poluidoras) receberam uma classificação mais rigorosa para se diferenciarem do mapa de vulnerabilidade ao uso do solo quando forem unificados. Os valores de vulnerabilidade dessas áreas variaram de 1,0 (estável) a 4,0 (altamente vulnerável).

3.1. Mapas sínteses

3.1.1. Obtenção do Mapa de Vulnerabilidade à Geomorfologia

Este mapa leva em consideração três variáveis morfométricas (amplitude altimétrica, declividade, amplitude interfluvial). Cada variável gera um mapa que através da Equação 2 apresenta como resposta o mapa síntese.

$$R = \frac{A+G+D}{3} \quad (2)$$

Onde:

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia;

A = Vulnerabilidade atribuída a Amplitude Altimétrica;

G = Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação;

D = Vulnerabilidade atribuída a Declividade.

3.1.2. Obtenção do Mapa de Vulnerabilidade à Geologia

Far-se-á mediante identificação dos tipos litológicos presentes na região de estudo e atribuição dos correspondentes valores de vulnerabilidade apresentados por Crepani *et al.* (2001).

3.1.3. Obtenção do Mapa de Vulnerabilidade do Solo

Uma unidade de paisagem natural é considerada *vulnerável* quando prevalecem os processos modificadores do relevo (morfogênese) e, por isso, existe um predomínio dos processos de erosão em detrimento aos processos de formação e desenvolvimento do solo.

Baseado nisso, foram desenvolvidos valores de vulnerabilidade/estabilidade para cada tipo de solo que foram atribuídos aos mesmos em ambiente SIG.

3.1.4. Geração do Mapa de Vulnerabilidade ao Clima

Devido à falta de informações sobre postos pluviométricos dentro da bacia hidrográfica do Pratygy, a modelagem da superfície numérica ficou restrita a três postos (Rio Largo, Tabuleiro dos Martins e UFAL), dos quais, a menor série histórica é a da UFAL. Os valores de estudo referentes à cada posto são apresentados na Figura 3.

POSTO	Maceió (tabuleiro)				
CÓDIGO	935004				
ANO	PTA	NDC	NDC/30	I (mm/mês)	
2011	2372,7	203	6,77	350,65	
2010	2292,5	176	5,87	390,77	
2009	2674,3	182	6,07	440,82	
2006	1888,7	176	5,87	321,94	
2005	1533,8	189	6,30	243,46	
2004	2287,8	210	7,00	326,83	
2003	1473,4	219	7,30	201,84	
2002	2012,3	211	7,03	286,11	
2001	1604,7	197	6,57	244,37	
2000	2557,4	216	7,20	355,19	
1999	1257,5	200	6,67	188,63	
1998	1089,8	155	5,17	210,93	
1997	1624,5	180	6,00	270,75	
1996	1787,5	240	8,00	223,44	
1995	1520,7	223	7,43	204,58	
1988	1373,3	163	5,43	252,75	
1987	1721,3	185	6,17	279,13	
NDC	Número de dias de chuva				
NDC/30	Número de dias de chuva/30				
I	Intensidade				
PTA	Precipitação Total Anual				
PMA	1827,78	mm			
I média	281,89	mm/mês			

POSTO	Rio Largo				
CÓDIGO	935021				
ANO	PTA	NDC	NDC/30	I (mm/mês)	
1999	1076,4	106	3,53	304,64	
1998	933,4	115	3,83	243,50	
1991	244	77	2,57	95,06	
1989	723	136	4,53	159,49	
1988	897,5	140	4,67	192,32	
1987	500	106	3,53	141,51	
1986	794,3	141	4,70	169,00	
1985	855	134	4,47	191,42	
1982	738,8	112	3,73	197,89	
1981	785,2	119	3,97	197,95	
1980	936,4	100	3,33	280,92	
1979	1165,4	76	2,53	460,03	
1978	1755	115	3,83	457,83	
1977	1543,5	102	3,40	453,97	
1976	1871,8	115	3,83	488,30	
1974	2697,6	125	4,17	647,42	
1973	1721,3	97	3,23	532,36	
1971	1489,3	135	4,50	330,96	
1970	1510,6	130	4,33	348,60	
1969	1994	150	5,00	398,80	
PMA	Precipitação média anual				
NDC	Número dias de chuva				
NDC/30	Número de dias de chuva/30				
I	Intensidade				
PTA	Precipitação Total Anual				
PMA	1211,6	mm			
I média	314,60	mm/mês			

POSTO	UFAL (Inmet)				
CÓDIGO	935031				
ANO	PTA	NDC	NDC/30	I (mm/mês)	
2011	2247	192,85	6,43	349,55	
2010	1865,6	167,2	5,57	334,74	
2009	2208,2	172,9	5,76	383,15	
2006	850,6	167,2	5,57	152,62	
2005	1598,8	179,55	5,99	267,13	
2004	2546,2	199,5	6,65	382,89	
2003	1469,8	208,05	6,94	211,94	
PMA	Precipitação média anual				
NDC	Número de dias de chuva				
NDC/30	Número de dias de chuva/30				
I	Intensidade				
PTA	Precipitação Total Anual				
PMA	1826,6	mm			
I média	297,43	mm/mês			

Figura 3 - Dados dos postos pluviométricos das três estações utilizadas no estudo

Em função da intensidade de chuva foi desenvolvida uma escala de erosividade, atribuindo para cada intervalo de intensidade o seu respectivo valor de vulnerabilidade/estabilidade à perda de solo.

3.1.5. Obtenção do Mapa de Vulnerabilidade da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo

A geração deste mapa se dá a partir da modelagem de imagens de satélite onde será possível detectar os tipos de cobertura vegetal e uso do solo através de classificação supervisionada. Sendo assim, é possível ter uma visão da área de estudo em função da porcentagem de cada atributo representado na classificação. Para a quantificação destes atributos, utilizou-se como base os valores de vulnerabilidade atribuídos para cada classe de uso do solo e cobertura vegetal desenvolvidos por Crepani *et al.* (2001).

3.1.6. Obtenção do Mapa de Vulnerabilidade das Áreas de Risco à Qualidade das Águas Superficiais

O processo metodológico para este mapeamento é função do uso do solo nas zonas ripárias das drenagens e no *buffer* ao redor da barragem e da localização das possíveis atividades de risco (Figura 4). Isso quer dizer que a vulnerabilidade das áreas de risco à qualidade das águas superficiais é um somatório de mapas índices. Os valores de vulnerabilidade neste tópico variam de 1,0 (estável) a 4,0 (altamente vulnerável).

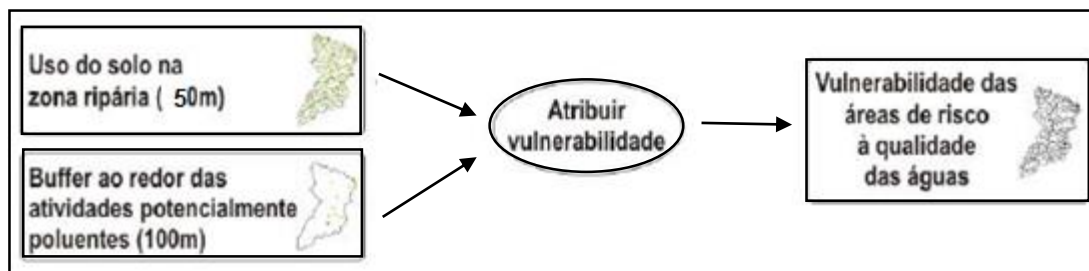


Figura 4 - Processo para obtenção do mapa de vulnerabilidade das áreas de risco à qualidade das águas

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um ambiente vulnerável é mais susceptível a sofrer ações que venham a contribuir com a degradação de águas superficiais. A probabilidade de um corpo hídrico sofrer degradação está intimamente relacionada com a variação dos níveis de vulnerabilidade dos componentes ambientais, natural e/ou antrópico, apresentados neste estudo. Sendo assim, os temas abordados são fatores de risco para a qualidade das águas do rio Pratagy.

O mapa das áreas de risco para a qualidade das águas do rio Pratagy (Figura 5), mostra que 57% da bacia são classificadas como moderadamente vulnerável. Esta classe é bem distribuída ao longo de toda a sua extensão. As áreas vulneráveis correspondem a 9% da totalidade da bacia e corresponde às redes de drenagem, evidenciando o grande desmatamento que a área de estudo sofreu ao longo de anos. A classe “moderadamente estável” caracteriza 17,22% da região, referindo-se à pouca vegetação nativa ainda existente. Apenas 1,6% são destinadas às áreas estáveis, que compreendem a porção de um reservatório existente.

Deste modo, a bacia do rio Pratagy apresenta componentes ambientais passíveis de sofrer distúrbios, em função das variáveis analisadas e capazes de contribuir com a perda de solo.

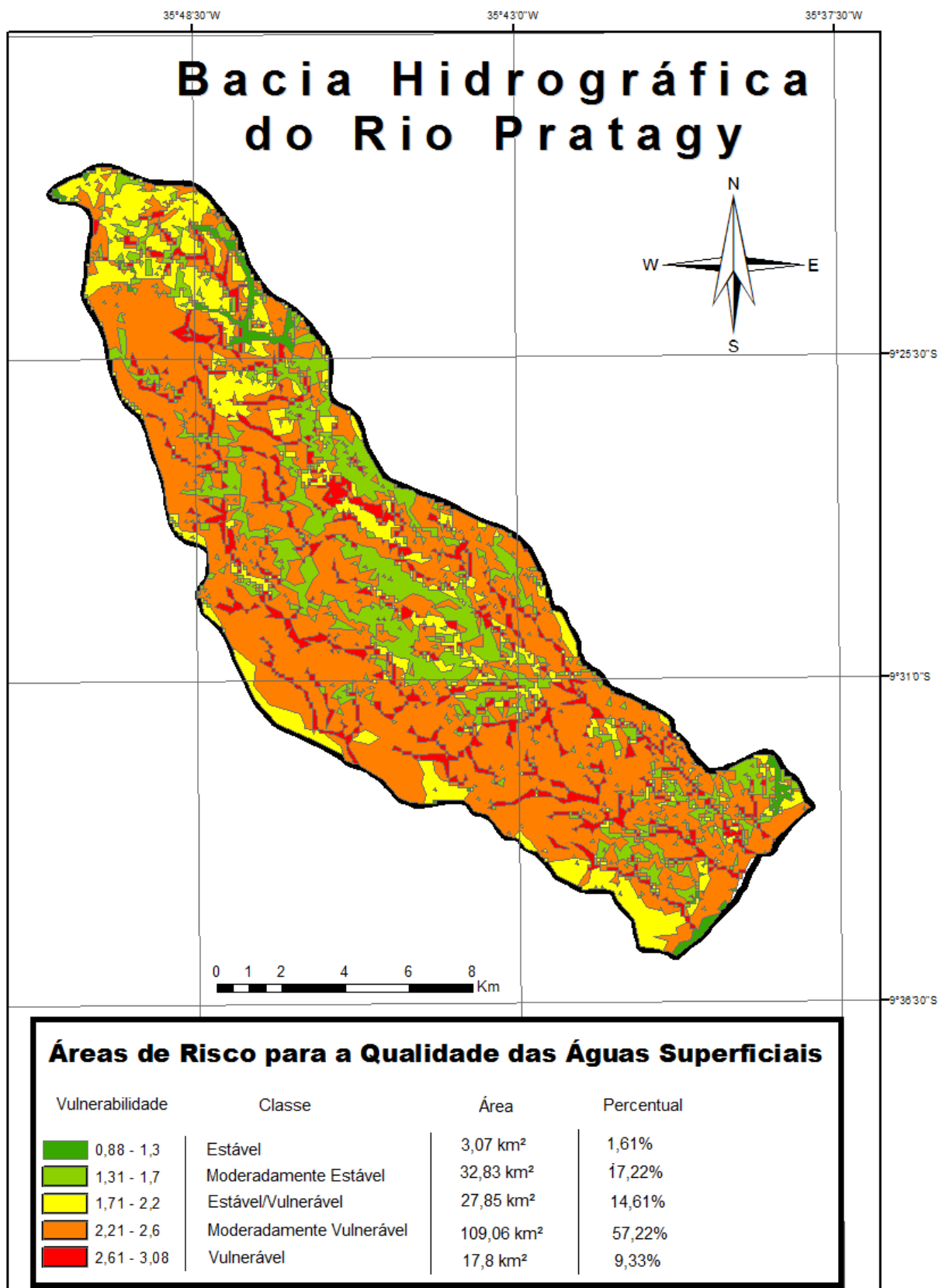


Figura 5 - Mapa das áreas de risco para a qualidade das águas do rio Pratygy

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo identificar a localização das áreas de risco que afetam a qualidade da água superficial. Ficou evidenciado que a degradação da bacia do rio Pratygy aliada a fatores naturais contribuem na alteração da qualidade e quantidade do recurso hídrico. E para isso, trabalhou-se com diversas fontes de dados que juntas possibilitaram o resultado final apresentado. Deste modo, fica notória a importância das técnicas de geoprocessamento para análise ambiental, possibilitando a baixo custo, a integração de fatores socioambientais.

Através dos resultados alcançados, fica exposta a preocupação com a real implantação do Plano de Gestão da bacia hidrográfica, para que se possa garantir a qualidade das águas, principalmente se tratando de um corpo hídrico que serve de abastecimento para o município de Maceió.

Outro fator é a necessidade de se tomar ações mais drásticas quanto à proteção das zonas ripárias, que em praticamente todo o curso d'água não são respeitados os limites das Áreas de Preservação Permanente estabelecidos por lei e que é o principal fator que contribui com a proteção hídrica.

A bacia do rio Pratygy é caracterizada pelas grandes áreas plantadas de cana-de-açúcar que causam grande impacto em todas as suas etapas de produção (do plantio a colheita), pelas ações imobiliárias em todo seu litoral e pela expansão dos bairros do Benedito Bentes e Cidade Universitária e do município de Messias. Há um fator peculiar sobre os canaviais, pois os mesmos protegem e desprotegem o solo a depender do estágio de desenvolvimento da cultura, porém o maior grau de impacto da cultura está mais relacionado com o manejo agrícola.

Com relação às áreas imobiliárias, além do impacto proveniente da pavimentação, há a disposição dos efluentes líquidos, que juntamente com as Estações de Tratamento de Efluentes do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares e do município vizinho de Messias podem agravar o quadro de degradação das águas, em função da eficiência do tratamento.

6. BIBLIOGRAFIA

BORGES, M.J; GALBIATTI, J.A.; FERRAUDO, A.S. (2003). *“Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptadores de esgoto em Cursos D’água Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal”*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Abr/Jun 2003, p. 161-171.

CARVALHO, G.S. (1998) *“O Índice de Qualidade da Água e sua Aplicação no Gerenciamento dos Recursos Hídricos em Maceió”*. Simpósio Internacional Sobre Gestão De Recursos Hídricos. Gramado-RS.

CREPANI, E., MEDEIROS, J. S. de., HERNANDEZ FILHO, P., FLORENZANO, T. G.,DUARTE, V., BARBOSA, C. C. F. (2001) *“Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial”*. INPE-8454-RPQ/722.

FREIRE, A.P.; CASTRO, E.C. (2014). *“Análise da correlação do uso e ocupação do solo e da qualidade da água”*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos vol.19 n.1 – jan/mar, 41-49.

MEDEIROS, J.S.; CÂMARA, G. (2001). *“Geoprocessamento para projetos ambientais”*. Ministério da Ciência e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos.

PINESE JÚNIOR, J.F.; RODRIQUES, S.C. (20012). “O método de análise hierárquica – ahp – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio piedade (mg)”. Revista do Departamento de Geografia – USP, volume 23, p. 4-26.

RABELO, C.G. (2009) “Mapeamento de áreas vulneráveis para a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do ribeirão João Leite (GO) utilizando técnicas de geoprocessamento”. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Goiás.

ROSS, J. L. S. (1994). “Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados”. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, n. 8, p. 63–74.

SILVA, V. A.; MOREAU, M. S.; MOREAU, A.M.S. dos S.; REGO, N. A. C. (2011). “Uso da terra e perda de solo na bacia hidrográfica do rio Colônia, Bahia”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.15, n.3, p.310–315.

SIMÕES, S.J.C.; BERNADES, G. de P.; NUNES, C.M.F.; MARCH, T.C. (2007). “Variabilidade espacial do potencial de erosão e seus efeitos na sedimentação de um pequeno reservatório – a bacia dos Mottas, sudeste do Brasil”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 12, n.3, jun/set, p. 177-187.

SPÖRL, C. (2001). “Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-mirim, Ribeirão do quartel e Ribeirão da prata”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP.