

UTILIZAÇÃO DE CLASSES AMBIENTAIS FÍSICAS PARA CARACTERIZAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAQUÊ-AÇÚ

Charlene Testa Martins

Chamartins1@hotmail.com

Jéssika Raíza Carlesso Meireles

jessika_raiza@hotmail.com

Priscila Figueiredo Pimentel de Freitas

pri_figpim@hotmail.com

Kennedy Ribeiro da Silva

kennedyfloresta03@hotmail.com

Secretaria Estadual de Educação do Espírito Santo – EEEFM Monsenhor Guiherme Schmitz – Curso Técnico em Meio Ambiente. Rua Aristides Bitti, 350 – Bairro De Carli –Aracruz ES- CEP 29194006 – tel./fax (27) 3256 – 1637.

ABSTRACT

The lack of city planning on the banks of waterways, causes damage to the population, arising from possible flooding. To minimize potential impacts, one must make a management and mapping of areas at risk for flooding. To identify these areas, we used the Geographic Information Systems (GIS), through the ArcGIS 9.3 software, using statistical models and the reclassification of environmental variables that make up the model for flood Basin Piraquê-caiman, which includes the cities of Aracruz, Ibiraçu, Neiva and Santa Teresa, in Espírito Santo state, resulting in a flood risk map of the basin. Assigning a high value in the study related to the proper planning of cities, whether urban or rural, adopting preventive and mitigating the social good.

KEYWORDS: Risk of flood mapping, urban planning.

1- INTRODUÇÃO

As inundações existiam antes mesmo que o homem viesse a fazer parte da Terra. Todavia o estabelecimento das povoações se deu às margens dos cursos d'água devido às facilidades encontradas próximo ao leito dos rios, uma vez que o local apresentava as condições favoráveis para sua sobrevivência. Deste modo, foram se desenvolvendo cidades às margens dos cursos d'água que, sem um planejamento de área de risco, passa a tornar a população, que ali se localiza, mais suscetível à prejuízos e malefícios advindos de possíveis inundações.

Entre os anos de 1985 e 1999, as inundações foram responsáveis por 53% das mortes causadas por catástrofes naturais no mundo, o correspondente a cerca de 302.084 mortes. No mesmo período, os prejuízos causados por inundações corresponderam a 29% dos prejuízos causados por catástrofes naturais, o equivalente a US\$ 275 bilhões (BERZ, 2000).

A América Latina foi a terceira região do mundo com maior número de inundações entre 1973 e 2002, com registro de 240 eventos, o equivalente a 11,8% do total de inundações ocorridas no mundo nesse período (MENDES e MENDIONDO, 2006 *apud* International Strategy For Disaster Reduction; United Nations, 2003). Assim para tentar minimizar os impactos causados pelas inundações, é necessário a adoção de medidas de acordo com as Diretrizes Estratégicas para o Fundo de Recursos Hídricos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCT/CGE, 2002), incluindo um correto gerenciamento e mapeamento das áreas que apresentem risco de inundação, visando a segurança da população e evitando maiores danos à mesma, visto que os impactos resultantes das inundações, podem trazer grandes malefícios à população de uma determinada localidade, como ocorre no Brasil, onde são responsáveis por prejuízos anuais provavelmente superiores a US\$ 1 bilhão, e entre janeiro e março de 2004, as inundações chegaram a atingir 1.224 municípios brasileiros, destruindo 17.510 casas, danificando 95.523 casas e atingindo 376.987 pessoas (MENDES e MENDIONDO, 2006).

O mapeamento das áreas de risco de inundação de bacias hidrográficas é de extrema importância já que o mesmo auxilia num prévio planejamento da urbanização em áreas de risco, visto que, a ocorrência desses eventos inundáveis numa bacia hidrográfica, na maioria das vezes ocorre por fatores antrópicos como a falta de planejamento urbano, e/ou por fatores naturais.

Os rios nos períodos chuvosos saem do seu leito menor e ocupam o leito maior, dentro de um processo natural. Como isto, acaba ocorrendo de forma irregular ao longo do tempo, a ocupação do leito maior pela

população, ficando sujeita ao impacto das inundações. Desse modo, controlar as inundações ribeirinhas envolve também, evitar que a população seja atingida pelas inundações naturais (TUCCI, 2001). Portanto, com o intuito de melhor planejar a ocupação urbana, o presente trabalho tem como objetivo elaborar o mapeamento das áreas de riscos de inundação da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açú, no estado do Espírito Santo, situada nos municípios de Aracruz, Ibraçu, João Neiva e Santa Tereza, entre as latitudes 19° 50' e 20° 10' Sul e longitudes 40° 60' e 40° 11' Oeste de Greenwich, e com abrangência de uma área de aproximadamente 426,35 km². Baseado nos diferentes índices de precipitação que ocorrem na área em estudo e levando em consideração as características locais de declividade, altitude, pedologia e uso do solo.

2- METODOLOGIA

Neste trabalho, é dada a ênfase no processo de mapeamento das áreas de risco de inundação da bacia hidrográfica do Piraquê-açú, destacando-se as classes ambientais, foram utilizados dados de altitude, declividade, classe de solos e uso do solo, já que os problemas de inundações estão diretamente relacionados com as atividades humanas. Integrando os dados a modelo hidrológico sofisticado, disponível em programas computacionais, como o ArcGIS 9.3, empregados para modelagem digital. O modelo hidrológico facilita o mapeamento e posterior avaliação dos dados, a utilização do sistema de informação geográfica (SIG) torna-se de suma importância.

2.1- Área de Estudo

A área da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açú (Figura 1) abrange aproximadamente 426,35 km², compreendendo os municípios de Aracruz, Ibraçu, João Neiva e Santa Tereza, localizada estado do Espírito Santo, entre as latitudes 19° 50' e 20° 10' Sul e longitudes 40° 60' e 40° 11' a Oeste de Greenwich.

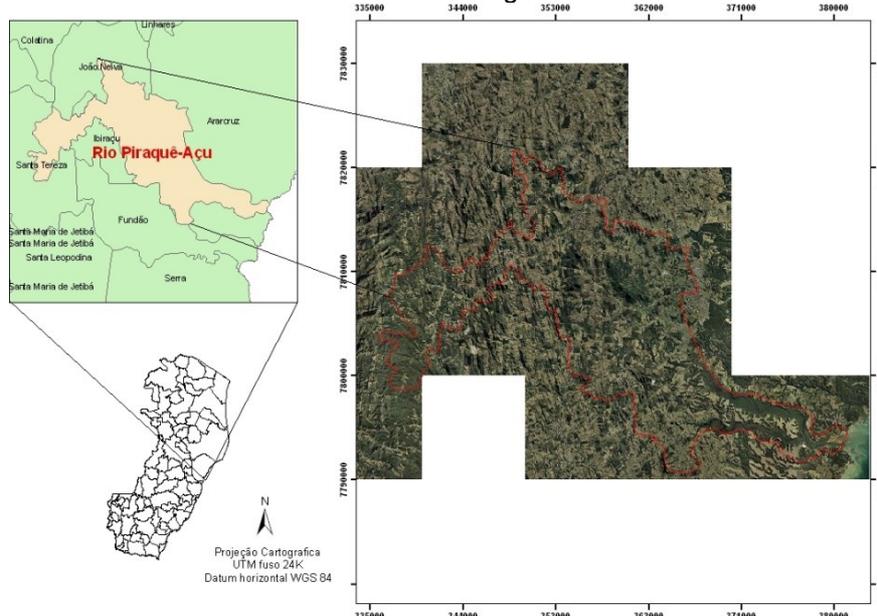


Figura 1- Localização da área de estudo.

O clima predominante é o tropical litorâneo, com inverno seco e chuvas mais frequentes entre os meses de outubro a janeiro e com estiagens de verão entre janeiro e fevereiro. O índice pluviométrico anual é cerca de 1250 mm (CALIMAN, 1997).

2.2- Montando o Banco de Dados

Para a elaboração do mapa de risco de inundação na bacia hidrográfica do Piraquê-açú, foram utilizados dados de altitude, declividade, classe de solos e uso do solo.

Os dados relativos à altitude foram obtidos do modelo digital de elevação – MDE, provindo do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Estas imagens possuem resolução espacial de 90 metros e variação entre as cotas nos pixels de 1 metro. Já o mapa de declividade foi produzido por meio de dados SRTM de altitude utilizando o software ArcGIS 9.3 através da ferramenta slope. A carta de classes de solos foi obtida da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1981) e o mapa de uso e ocupação do solo foi realizado por meio de fotointerpretação de aerofotos que abrangem o divisor de água da bacia, adquirido da Aracruz Celulose S.A.

Após o mapeamento das classes ambientais que compõem o modelo, deu-se então início a elaboração do mapa de risco de inundação. Foi utilizado o método de Análise Hierárquica (AHP) ajustado por Santos (2007) para as variáveis mapeadas conforme a equação a seguir:

$$\text{Risco} = 0,5650 * \text{Declividade} + 0,2622 * \text{Altitude} + 0,1175 * \text{Uso do Solo} + 0,0553 * \text{Tipo Solo}$$

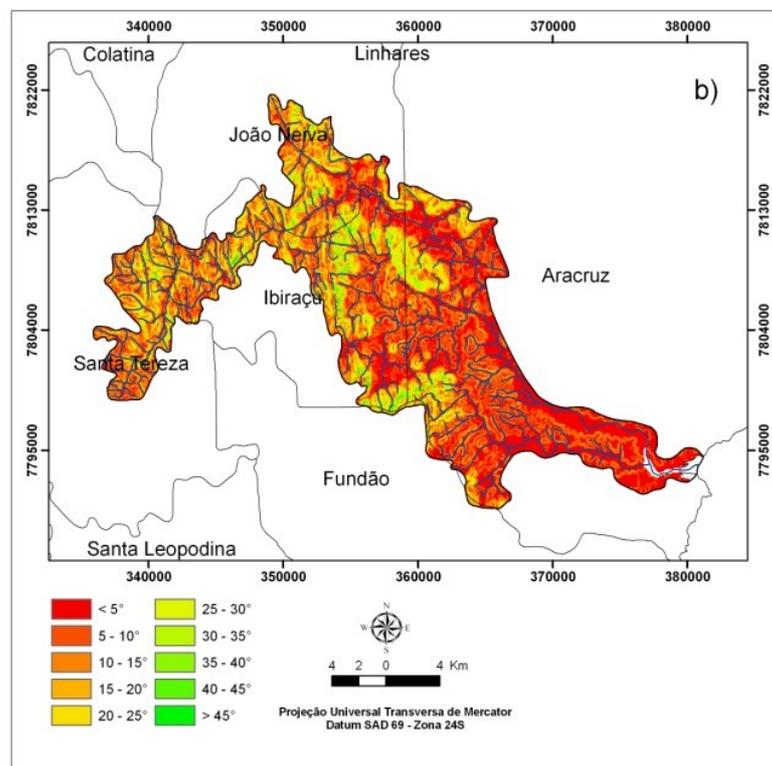
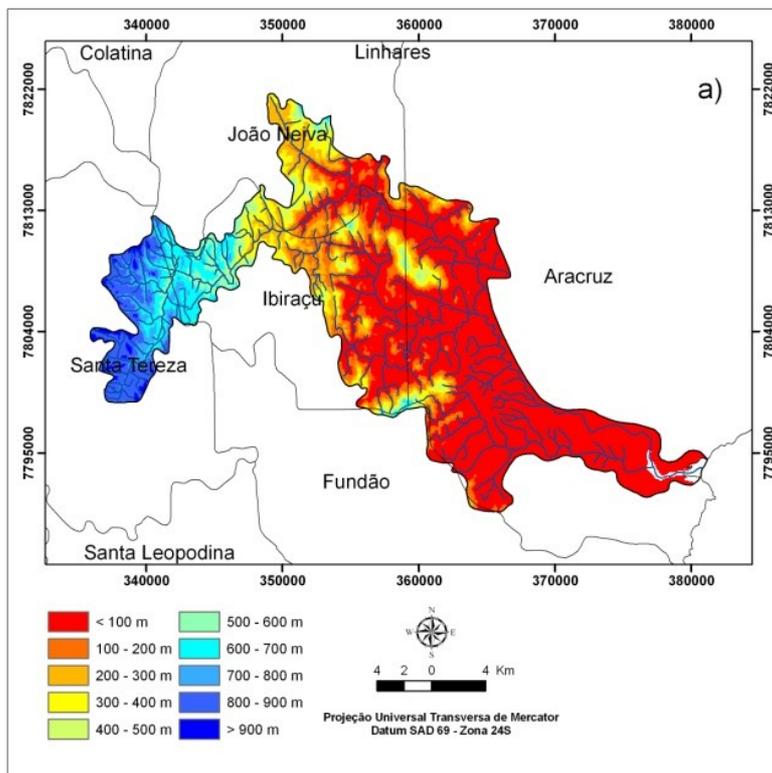
De posse dos pesos estatísticos calculados, a partir das variáveis ambientais, foi possível gerar o modelo matemático para elaborar o mapa de risco de inundação para a bacia hidrográfica do Piraquê-açú. Estas variáveis foram introduzidas por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), através do software ArcGIS 9.1, na equação matemática:

Assim utilizando a lógica Fuzzy, disponibilizada no software ArcGIS 9.3, o mapa de risco de inundação foi padronizado em intervalos variando de 0 a 1. Os valores mais próximos de 1 representam menor impacto do fator ambiental, enquanto que os valores mais próximos de 0 representam maior impacto.

3- DESCOBERTA E DISCUSSÃO

De acordo com o crescimento populacional e conseqüente aumento da ocupação urbana, há uma constante modificação das condições hidrológicas naturais. Desse modo, os riscos de inundação estão diretamente relacionado com o uso e ocupação do solo, uma vez que a ocupação de leitos por construções, bem como ocupação às margens da bacia, entre outros, contribuem para agravar as condições de risco, devido à impermeabilização do solo, que garante o conforto das cidades, mas dificulta a infiltração das águas pluviais, e faz com que esta escorra mais rápido para a bacia, intensificando assim, os riscos de ocorrência de inundações, principalmente nas cidades e vilas costeiras que estão situadas a baixas altitudes.

Portanto, o mapeamento e representação das áreas vulneráveis às inundações, é indispensável para a minimização dos prejuízos e impactos causados à população e ao meio ambiente. Em virtude dessa problemática em questão, apresenta-se na Figura 2 os mapas das classes ambientais que foram utilizados no modelo de risco de inundação ajustado por Santos 2007.



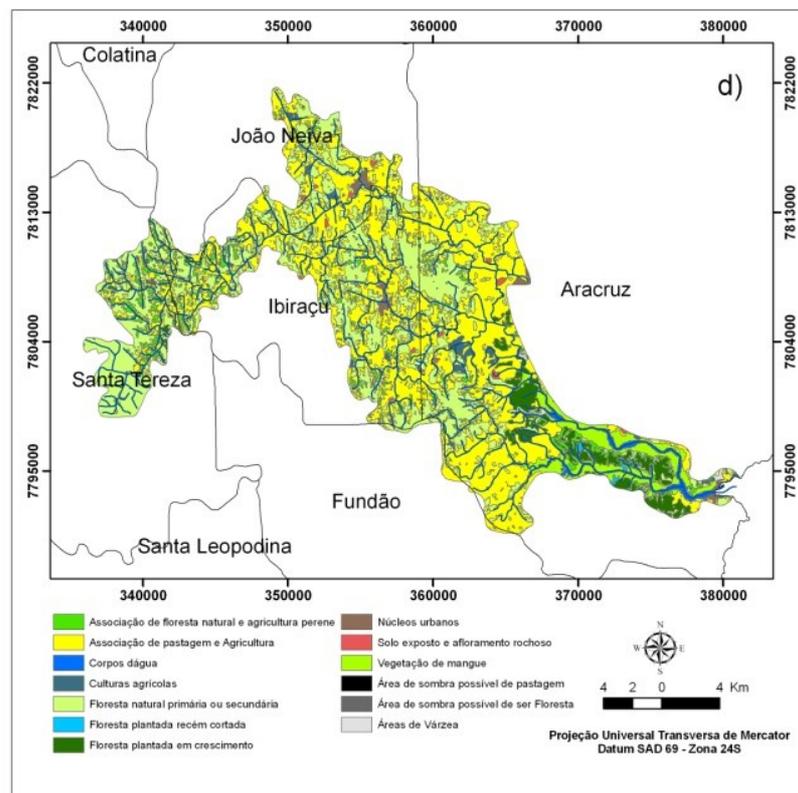
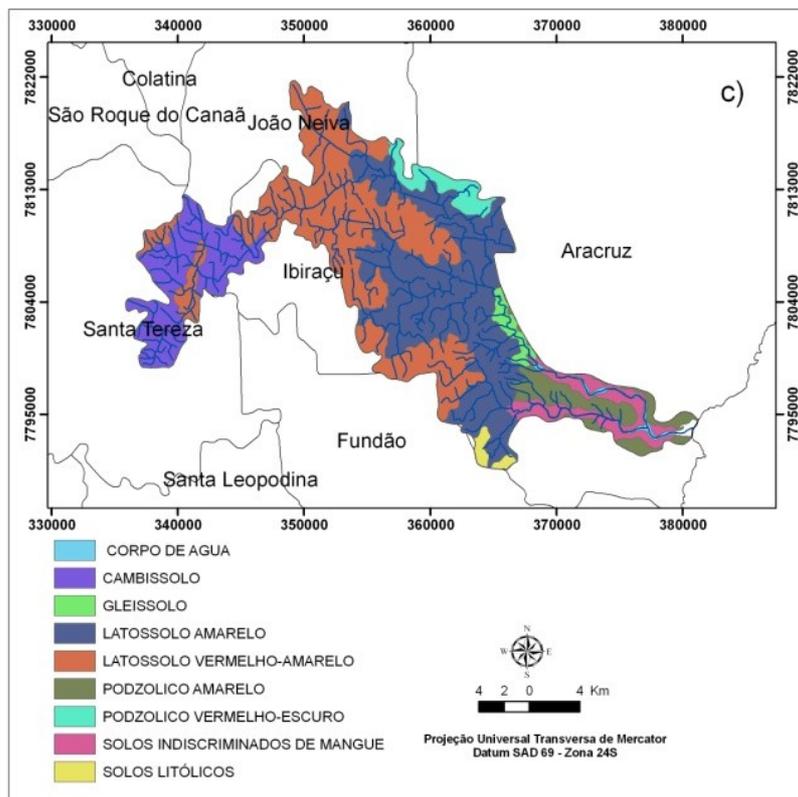


Figura 2 – Mapas de altitude (a), declividade (b), tipo de solo (c) e uso do solo (d) na bacia hidrográfica do Piraquê-açu

Observa-se na Figura 2a que grande parte da bacia possui altitude menor 100m, com o predomínio de Planícies costeiras, dessa forma a Figura 2b corrobora com os resultados, demonstrando o predomínio de grande parte da bacia com declividade menor que 5%, caracterizando essas áreas como suavemente ondulado (EMBRAPA, 1979).

Conforme o resultado da Figura 2c a bacia do Piraquê-açu possui 68,30% de sua área com o predomínio de latossolo amarelo e latossolo vermelho-amarelo, solos que apresentam uma alta permeabilidade e baixa capacidade de troca catiônica devido ao baixo óxido de ferro nesses solos. Na Figura 2d pode se inferir

que 46,80% da bacia ainda se encontra com predomínio de pastagem, pratica essa que possui um grande poder impactante aos recursos hídricos.

Com a aplicação do modelo proposto por Santos (2005), a Figura 3 apresenta o mapa de risco de inundação na bacia hidrográfica do rio Piraquê-açú. Na Tabela 1 encontram-se os resultados referentes às classes de risco com suas respectivas áreas.

Tabela 1 - Classes de risco de inundação da bacia hidrográfica Piraquê-açú

Classe	Área (Km ²)	%
< 0,5	30,69	7,25
0,5 - 0,55	38,77	9,16
0,55 - 0,6	48,83	11,54
0,6 - 0,65	26,09	6,16
0,65 - 0,7	23,13	5,46
0,7 - 0,75	19,18	4,53
0,75 - 0,8	39,63	9,36
0,8 - 0,85	33,04	7,81
0,85 - 0,9	52,63	12,43
> 0,9	111,09	26,25

De acordo com a Figura 3 a bacia do rio Piraquê-açú possui o maior risco de sofrer inundação nas áreas onde as classes ambientais declividade e uso do solo atua. Essas duas variáveis possuem maiores influência no produto final desse trabalho devido o fato do escoamento superficial ser maior em áreas mais declivosas e com uso solo pastagem. Plaster *et al.*, (2008) observou em seu trabalho o mesmo comportamento, corroborando com o resultado que o risco de inundação tende a ser maior em áreas menos declivosas e com uso do solo de pastagem.

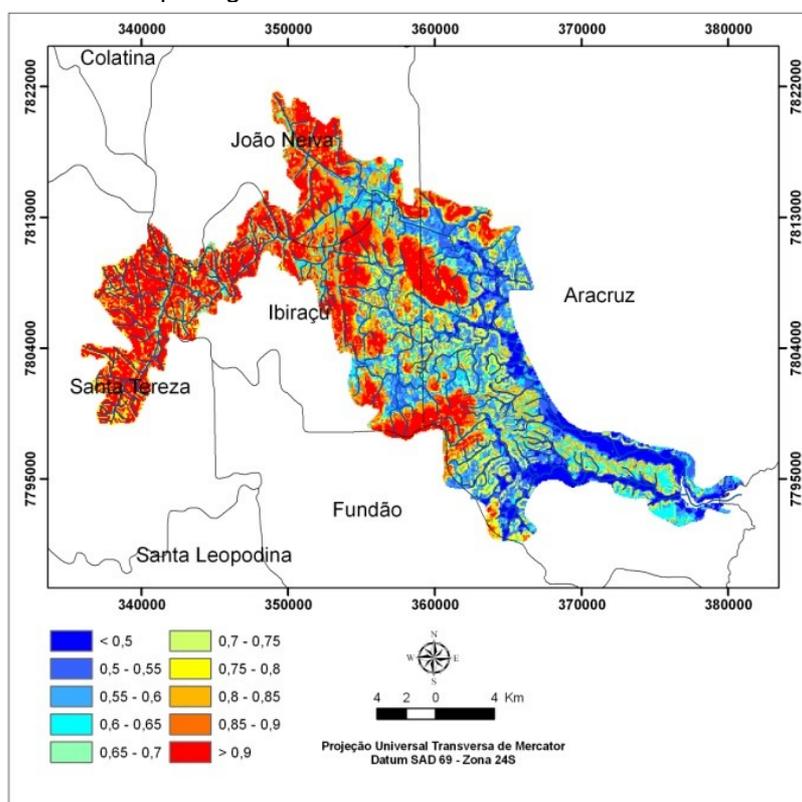


Figura 3 – Mapa de risco de inundação da bacia hidrográfica Piraquê-açú

A área mapeada com maior risco encontra-se na classe menor que 0,5, representando 7,25% da área da bacia, confrontando os resultados com áreas de baixa declividade e uso do solo pastagem. O menor risco de inundação encontra se na classe maior que 0,9, representando 26, 25% da área.

Desse modo, os riscos de inundação estão diretamente relacionados com o uso e ocupação do solo, uma vez que a ocupação de leitos por construções, bem como ocupação às margens da bacia, entre outros, contribuem para agravar as condições de risco, devido à impermeabilização do solo, que garante o conforto das cidades, mas dificulta a infiltração das águas pluviais, e faz com que esta escorra mais rápido para a bacia, intensificando assim, os riscos de ocorrência de inundações, principalmente nas cidades e vilas costeiras que estão situadas a baixas altitudes.

4-CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que o SIG é uma ferramenta de muita importância para uma análise, devendo-se ter um entendimento detalhado dos problemas ambientais e restrições à ocupação das áreas de risco, sendo uma ferramenta de muita importância para a população local.

Desta forma no mapa de risco de inundação da bacia hidrográfica do Piraquê-açú destacam-se as áreas com baixíssimo risco de inundação a altíssimo grau de risco de inundação, o que possibilita o estudo detalhado da referida bacia em relação aos desastres naturais.

O mapeamento físico permitiu modelar a área com baixo e alto potencial de risco de inundação. Dessa forma, mapear áreas com susceptibilidade a inundações é uma importante formulação de medidas preventivas, para um adequado planejamento urbano, uma vez que com um mapa de risco de inundação pode-se criar planos de gestão dos riscos de inundações, identificando ações para reduzir esses riscos e proteger a vida humana, as atividades econômicas, os ecossistemas e o patrimônio cultural.

5- REFERÊNCIAS

BERZ, G. **Flood Disasters: Lessons from the Past – Worries for the Future.** In: F.Toensmann e M. Koch (eds.) **River Flood Defence.** Kassel: Herkules Verlag. V2. p. F1-F10. 2000.

CALIMAN, A. **Projeto de Macrozoneamento Costeiro do Estado do Espírito Santo – Litoral Norte.** Instituto Jones dos Santos Neves. Vitória/ES. 147p. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2ª Aproximação).** Rio de Janeiro. 100p. 1981.

MCT/CGE – Ministério de Ciência e Tecnologia / Centro de Estudos e Gestão Estratégica. **Diretrizes estratégicas para o Fundo de Recursos Hídricos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.** Brasília. 2002. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. capturado em 20/07/2010.

MENDES, H. C.; MENDIONDO, E. M. **Histórico da Expansão Urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos – SP.** RBRH (Revista Brasileira de Recursos Hídricos), Volume 12 n.1. 2006. *Apud* INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION; UNITED NATIONS. **Living with Risk: Turning the tide on disasters towards sustainable development - World Disaster Reduction Campaign.** Geneva. 2003.

PLASTER, O.B.; SILVA, K.R; PEREIRA, D.P; VIEIRA, E.H. F; BOLZAN, H.M.R.; FIEDLER, N. C; SANTOS, A.R. Risco de inundação para o município de Jerônimo Monteiro, ES. In: XII **Encontro latino americano de iniciação científica** – INIC. 2008. Energia: Geração, uso e consequência. São José dos Campos, SP: UNIVAP. São José dos Campos, SP. p 1-4. 2008.

SANTOS, A.R. **ArcGIS 9.1 Total: Aplicações para Dados Espaciais.** Vitória, ES Fundagres 2007. ROSS, Jurandyr. **Geografia do Brasil.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 5°. ed. 105-106 p. 2005.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da Drenagem Urbana.** Departamento de Hidromecânica e Hidrologia Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001