

## **DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO À INUNDAÇÃO E MOVIMENTOS DE MASSA AOS MUNICÍPIOS DE BRASILÉIA E EPITACIOLÂNDIA, ESTADO DO ACRE, EM RESPOSTA A CHEIA HISTÓRICA OCORRIDA NO PERÍODO DE JANEIRO – MARÇO DE 2015.**

*Renato Ribeiro Mendonça<sup>1\*</sup> & Levi Souza Callegari<sup>2</sup> & Franco Turco Buffon<sup>3</sup> & José Antônio da Silva<sup>4</sup> & Giancarlo Bonotto<sup>5</sup>*

**Resumo** – No ano de 2015, período compreendido a janeiro-março, a cidades de Brasiléia e Epitaciolândia sofreu a maior enchente de toda sua história, atingindo a inédita cota histórica de 15,55 metros (ANA 2003), acarretando danos onerosos à população. Visando a redução desse tipo de dano, o Governo Federal, em parceria com outros órgãos, buscou executar, em todo o país, o mapeamento das áreas com potencial de risco alto e muito alto a inundações e movimentos de massa. O trabalho aqui apresentado faz parte desse programa governamental onde buscou-se reconhecer e delimitar as áreas de risco encontradas nestes municípios com base em observações de campo e informações locais. Além disso, uma imagem orbital do satélite LandSat8® obtida próxima ao dia do pico máximo da cheia (27 de fevereiro), tratada sob ambiente de GIS (composição de bandas) para realçar feições de interesse, foi de extrema valia no processo de delimitação da mancha de inundação final apresentada.

**Palavras-Chave** – Inundação; Erosão Fluvial; Rastejo; *Creeping*.

## **DELIMITATION OF AREAS OF HIGH AND VERY HIGH RISK TO FLOOD AND MASS MOVEMENTS TO THE MUNICIPALITIES OF BRASILÉIA AND EPITACIOLÂNDIA, STATE OF ACRE, IN RESPONSE TO HISTORICAL FLOOD OCCURRED IN THE PERIOD OF JANUARY - MARCH OF 2015**

**Abstract** – In the year 2015, the period from January to March, the cities of Brasiléia and Epitaciolândia suffered the greatest flood of its history, reaching the unprecedented historical share of 15.55 meters (ANA 2003), causing costly damage to the population. In order to reduce this type of damage, the Federal Government, in partnership with other agencies, sought to implement, throughout the country, the mapping of areas with potential high risk and very high flood and mass movements. The work presented here is part of this government program which sought to recognize and define risk areas found in these municipalities based on field observations and local information. Furthermore, an orbiting satellite image obtained LandSat8® next day to the maximum full peak (February 27), treated in GIS environment (composition bands) to highlight features of interest, was extremely valuable in the delineation of end flood spot displayed.

**Keywords** – Riverflood; Fluvial erosion; Creeping landslide.

<sup>1</sup> Serviço Geológico do Brasil - CPRM: Pesquisador em Geociências, franco.buffon@cprm.gov.br.

<sup>2</sup> Serviço Geológico do Brasil - CPRM: Pesquisador em Geociências, levi.callegari@cprm.gov.br.

<sup>3</sup> Serviço Geológico do Brasil - CPRM: Pesquisador em Geociências, franco.buffon@cprm.gov.br.

<sup>4</sup> Serviço Geológico do Brasil - CPRM: Pesquisador em Geociências. Jose.antonio@cprm.gov.br.

<sup>5</sup> Serviço Geológico do Brasil - CPRM: Pesquisador em Geociências, giancarlo.bonotto@cprm.gov.br.

## INTRODUÇÃO

Anualmente, ocorrem inúmeros desastres naturais em todo o país, em sua grande maioria provenientes de processos de movimentação de massa e inundações, como as inundações de Porto Velho (Silva e Mendonça, 2015). Tendo isso em vista, o Governo Federal sentiu a necessidade da criação de um sistema de alertas e um programa de prevenção a desastres desse tipo. O crescimento acelerado da população aliado à ausência de planejamento que comporte esse crescimento acarreta a ocupação desordenada, que potencializa esse tipo de risco, visto que essa ocupação ocorre em zonas mais suscetíveis, como encostas íngremes e planícies de inundação de rios.

Conforme indicado no livro *Mapeamento De Risco Em Encostas E Margens De Rios, do Ministério das Cidades* (2017), caracteriza Áreas de risco como Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda. O presente trabalho objetivou reconhecimento e delimitação de áreas de alto e muito alto risco nestes dois municípios e verificar sua dinâmica frente a maior cheia ocorrida no rio Acre dentro de sua série histórica, e discutir o uso e ocupação do município, e direcionamento para mitigação dos problemas encontrados.

Os problemas mais graves referentes à movimentação de massa foram encontrados em áreas onde predominou a ocupação em zonas de instabilidade na margem dos rios (erosão fluvial terras caídas) e igarapés. Com relação à inundação, conforme Mendonça et al (2015) uma imagem do satélite LandSat8® obtida no dia do pico máximo da cheia ajudou a delimitar a mancha, que ficou concentrada nos entornos do Rio Acre, principalmente nas zonas côncavas dos meandros.

## MATERIAIS E METODOS

Quanto às áreas de movimentação de massa, o trabalho é desenvolvido com a visita de campo às áreas com histórico de desastres naturais ou naqueles locais onde já foram identificadas situações de risco, ainda que sem registro de acidentes. No local são observadas as condições das construções e seu entorno (trincas em muros e paredes, embarrigamento de muros), situação topográfica, declividade do terreno, escoamento de águas pluviais e de águas servidas (presença de voçorocas), além de indícios de processos desestabilizadores dos terrenos (depressão de pavimentos). O trabalho é complementado com a análise de imagens aéreas e de satélites, dando uma visão mais ampla do terreno, definindo-se um setor de risco de acordo com um conjunto de situações similares dentro de um mesmo contexto geográfico. No caso das municipalidades em estudo se buscou reconhecer os processos descritos na tabela 1, sendo estes os mais comuns em região amazônica.

Tabela 1: Tipos de Movimentos Gravitacionais de Massa (modificado de Augusto Filho, 1992).

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	Vários planos de deslocamento (internos);
	Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescente com a profundidade;
	Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes;
	Solo, depósito, rocha alterada/fraturada;
	Geometria indefinida.
DESLIZAMENTO (SLIDES)	Poucos planos de deslocamento (externos);
	Velocidades médias (m/h) a altas (m/s);
	Pequenos a grandes volumes de material;
	Geometria e materiais variáveis:
	PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza.
	CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas. EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza.

Quanto à mancha de inundação, conforme visto em Mendonça et al (2015), inicialmente foi realizado o mapeamento no momento em que fora registrado o pico de inundação no dia 27 de fevereiro de 2015. Utilizando-se de um aparelho GPS Garmim® 62s, marcou-se o ponto na borda registrando a cota 0 metros de cada ponto de inundação. Já em período de vazante, foram reconhecidas áreas inundadas que antes não fora possíveis o acesso, através do registro de marcas de água deixadas em imóveis e encostas. Os dados obtidos foram cruzados com a imagem Landsat obtida no dia 27 de fevereiro de 2015 fusionando-se as bandas B4, B7 e B6 de modo a tonar mais nítida a lâmina de água registrada (Figura 1). Com a referida mancha cartografada, tem-se a possibilidade de mensurar o número de pessoas e ocupações em risco.

Os produtos gerados segundo esses métodos são destinados inicialmente para a Defesa Civil, e os dados gerados são destinados ao banco de dados do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, CENAD, ligado ao Ministério da Integração e o Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, CEMADEM, Ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia.

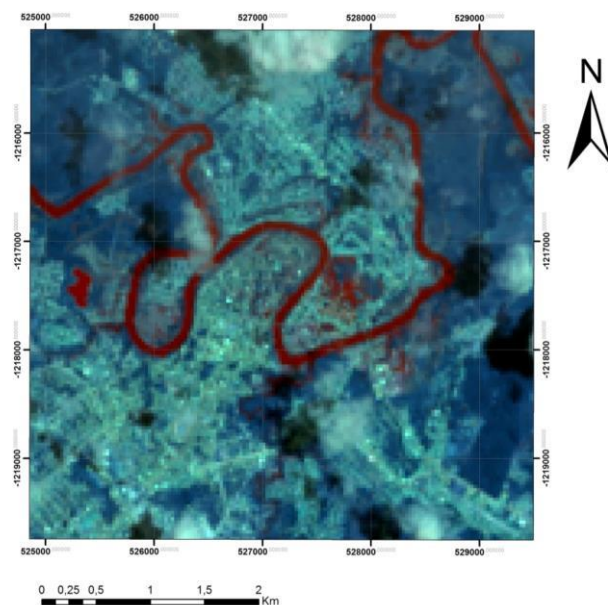


Figura 1 – Imagem Landsat-8 modificada, com as bandas B4, B7 e B6 fusionadas: áreas inundadas em tonalidades avermelhadas.

## RESULTADOS

Os produtos finais do estudo consistem em relatórios sucintos enviados ao CEMADEN; um relatório geral contendo toda a informação sobre cada polígono de risco delimitado; arquivos digitais em formato adequado para utilização em ambientes de GIS (arquivo contendo os polígonos com uma tabela de informações); e pranchas com os polígonos cartografados, fotos localizadas em mapa, imagem orbital através do programa GOOGLE EARTH e algumas informações resumidas sobre cada setor (incluindo número de moradias atingidas e sugestões de intervenção, dentre outras informações).

Foram reconhecidos três tipologias de risco no município, sendo elas: Áreas de risco a inundações, erosões fluviais, e deslizamentos de baixa velocidade em substrato argiloso conhecidos como rastejos.

A inundação de Fevereiro de 2015 no rio acre, divisor dos municípios de Brasil ia e Epitaciolândia foi de amplitude tal, que em alguns pontos fora reconhecido em campo laminas d'águas de até seis metros de altura ao centro urbano. Além de um mapeamento in situ no pico da cheia. Em lugares que estavam fora de acesso na época foram registrado após a vazante. Os resultados desta cartografia   vista na Figura 2. Esta amplitude é devido ao crescimento urbano em áreas topográficas baixas conhecidas geomorfologicamente como planícies de inunda o.



Figura 2 – Prancha confeccionada representando a mancha de inundação referente ao pico máximo atingido na cheia.

Em resposta a vazante do rio, como naturalmente era de se esperar observou-se a intensificação da erosão fluvial. As áreas marginais ao rio Acre são formadas por sedimentos de baixa coesão, onde após período de saturação devido a inundação, provoca o colapso mecânicos destas mesmas. É sabido que por causa da cultura provinda dos antepassados ribeirinhos, que outrora ocupavam a orla destes rios, pois os mesmo eram a única via de acesso que possuíam, é comum em municípios amazônicos a ocupação destas áreas sem qualquer controle. E registrado também descarte de águas servidas as quais corroboram com a instabilidade do terreno. Foram reconhecidas 13 áreas exposta a este problema. Um exemplo destas áreas está na Figura 3.



Figura 3 – Prancha confeccionada representando um dos setores de risco a movimentos de massa.

Em áreas de topografias mais altas em relação ao canal do rio Acre, em específico no município de Epitaciolândia, observa-se em áreas que apresentam declividade maior do que 2% uma movimentação lenta, comum a substratos compostos por argilas expansivas, denominado rastejos. Este tipo de deslizamento põe em risco edificações e é reconhecido por fendas e rachaduras nas edificações, árvores arbustos e cercas inclinadas. Um exemplo de área reconhecida com este tipo de movimento pode ser visto na Figura 4.



Figura 4 – Prancha confeccionada representando um dos setores de risco a movimentos de massa do tipo Rastejo.

Algumas sugestões de intervenção em áreas de movimentação de massa consistem em: saneamento básico e drenagem de águas pluviais, pavimentação das ruas, orientação da defesa civil quanto aos locais mais aptos à construção de novas moradias, tratamento de alguns taludes com obras de contenção/impermeabilização previamente analisada por técnico habilitado.

## CONCLUSÕES

Foi reconhecido e delimitado um total de 20 setores de risco de grau alto e muito alto sendo: 14 setores no município de Brasiléia e 6 em Epitaciolândia. Verificou-se que estas áreas são geradas por uma ocupação desordenada de áreas com dinâmicas geológicas que não propiciam estas ocupações. Verificou-se também que os eventos de cheia de 2015 agravaram bastante as condições das áreas adjacentes ao rio Acre, principalmente no que tange as erosões fluviais. Ações de mitigação aos danos são citadas como a implantação de um sistema de drenagem e esgoto efetivos para dar encaminhamento às águas servidas, retiradas das residências que se situam próximas às margens do rio, recomposição vegetal do talude marginal e encaminhamento correto a águas como a implantação de galerias de drenagem pluvial e escadas hidráulicas visando atenuar a erosão fluvial no município.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. HidroWeb - Sistemas de Informações hidrológicas. 2003. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas-COBRAE. 1992. p. 721-733.

BRASIL. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

MENDONÇA, Renato Ribeiro; CALLEGARIO, Levi Souza; BUFFON, Franco Turco; GOMES, Wladimir Ribeiro; GRAMACHO, Paulo Correa; BEZERRA, Sebastião Rodrigues. Ação emergencial para delimitação de mancha de inundação, em resposta a enchente histórica ocorrida no município de Xapuri, estado do Acre, no período de janeiro-março de 2015, por meio de imagem orbital Landsat-8. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília, DF. Anais. Brasília, DF: ABRH, 2015.

SILVA, José Antônio da; MENDONÇA, Renato Ribeiro. Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco à inundação, em resposta a enchente histórica ocorrida no município de Porto Velho, Estado de Rondônia no período de janeiro-abril de 2014. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 9., 22-25 mar. 2015, Cuiabá, MT. Caderno de Resumos. Cuiabá, MT: ABGE;UFMT, 2015.