

GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS NA COLÔMBIA: ESTUDO DE CASO, DESASTRE HIDROLÓGICO NO MUNICÍPIO DE MOCOA – PUTUMAYO

DOI: 10.19177/rgsa.v7e02018135-151

Fernando Campo Zambrano¹:

Masato Kobiyama²; Maurício Andrades Paixão³:

Jean Alexander Leon Guevara⁴; Beatriz Eugenia Narváez Arturo⁵



2º Seminário
Internacional de
**PROTEÇÃO E
DEFESA CIVIL**

RESUMO

A Gestão de Risco de Desastres Naturais na Colômbia está estruturada a partir do Plano Nacional de Gestão de Risco de Desastres (PNGRD) criado a partir da lei 1.523 de 2012, onde seus principais componentes baseiam-se no conhecimento, redução e manejo do risco. Estas etapas procuram dar proteção à população, melhorar a segurança e qualidade de vida e contribuir com o desenvolvimento sustentável do país. No entanto, em 31/03/2017 o município de Mocoa, estado de Putumayo - Colômbia sofreu um desastre por fluxo de detritos, causando grandes prejuízos socioeconômicos, ambientais e perdas humanas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação sobre a gestão de desastres naturais na Colômbia a partir da caracterização do desastre ocorrido no Município de Mocoa. Além disso, analisaram-se seus fatores e mecanismos de ocorrência do fenômeno, bem como da ocorrência do desastre. O fenômeno atingiu grande parte da área urbana causando destruição em mais de 25 bairros da cidade, à infraestrutura de serviços básicos e ocasionou a morte de 332 pessoas. Este fenômeno foi causado por uma intensa precipitação de 129 mm em 3 horas e intensificado pelo terreno declivoso. Isto produziu em torno de 600 escorregamentos translacionais, cuja maioria atingiu os canais dos rios nas três sub-bacias que envolvem o município. No entanto, este desastre poderia ter sido evitado se as autoridades encarregadas houvessem tomado as medidas preventivas necessárias, seguindo a estrutura do plano nacional. Porém, as etapas de recuperação e reconstrução estão sendo realizadas de uma maneira efetiva. Desta forma, o entendimento dos mecanismos de ocorrência do fenômeno se faz uma tarefa importante para realizar um bom gerenciamento de desastres, tanto na contribuição sobre o entendimento deste tipo de fenômeno, como na capacitação da população local de se proteger a desastres futuros, sendo esta uma etapa na estrutura de gestão proposta no PNGRD e que necessita ter uma maior importância.

Palavras chaves: Gestão de desastres. Desastre hidrológico. Município de Mocoa.

¹Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: fernando.zambrano@ufrgs.br

² Professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500 – 91501-970 – Porto Alegre – Brasil. E-mail: masato.kobiyama@ufrgs.br

³Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: mauricio.paixao@ufrgs.br

⁵*Professor da Universidade Mariana (UMARIANA) Calle 18 No. 34-104 Pasto – Nariño – Colômbia. E-mail: jleon@umariana.edu.co

⁶*Professora da Universidade Mariana (UMARIANA) Calle 18 No. 34-104 Pasto – Nariño – Colômbia. E-mail: bnarvaeza@umariana.edu.co

1 INTRODUÇÃO

Os desastres naturais são definidos como um sério distúrbio no funcionamento de uma comunidade ou sociedade, ocasionando impactos econômicos, ambientais e perdas humanas, os quais excedem a capacidade da comunidade afetada de se recuperar com seus próprios recursos (UNIDR, 2009). O *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster* (CRED) classifica os desastres a partir de seus fatores determinantes de ocorrências em Geofísicos, Meteorológicos, Hidrológicos, Climatológicos e Biológicos.

Segundo o *Emergency Events Database* (EM-DAT), os desastres naturais vêm aumentando consideravelmente, sendo os desastres hidrológicos caracterizados principalmente por inundações e movimentos de massa úmida, os mais representativos em termos de ocorrências, como em impactos humanos de escala global. Os dados mostram que os desastres hidrológicos em 2015 tiveram a maior participação, com 46,5% do total de desastres ocorridos, e causaram mais de 36,2 milhões de vítimas (GUHA-SAPIR *et al.*, 2015).

Na Colômbia, a partir das análises da gestão do risco de desastres, realizado pelo Banco Mundial (Campos *et al.* 2012), a distribuição do nível de exposição indica que 36% do território está em perigo sísmico alto (processos geofísicos), 28% em alto potencial de inundação e 8% em risco alto por movimentos de massa úmida (processos hidrológicos). No entanto, o tipo de desastre que ocorre com mais frequência devido ao relevo acidentado são os deslizamentos e as inundações (desastres hidrológicos), gerando assim, maiores impactos socioeconômicos e ambientais, além de numerosas perdas humanas. Porém, os desastres hidrológicos não estão somente relacionados ao relevo, pois muitas vezes existem diversas causas para este tipo de desastre, e uma das principais é a ocupação das áreas propensas a fenômenos hidrológicos extremos. Esta ocupação inadequada se dá tanto pela inexistência de percepção do risco por parte da população quanto pela escassez de instrumentos de ordenamento territorial, além da falta de pesquisa sobre o entendimento dos fenômenos, levando a um mau gerenciamento de desastres.

Petley (2012) e Sepulveda e Petley (2015), demonstraram que quanto mais publicações técnico-científicas se realizem, maior será o conhecimento sobre os

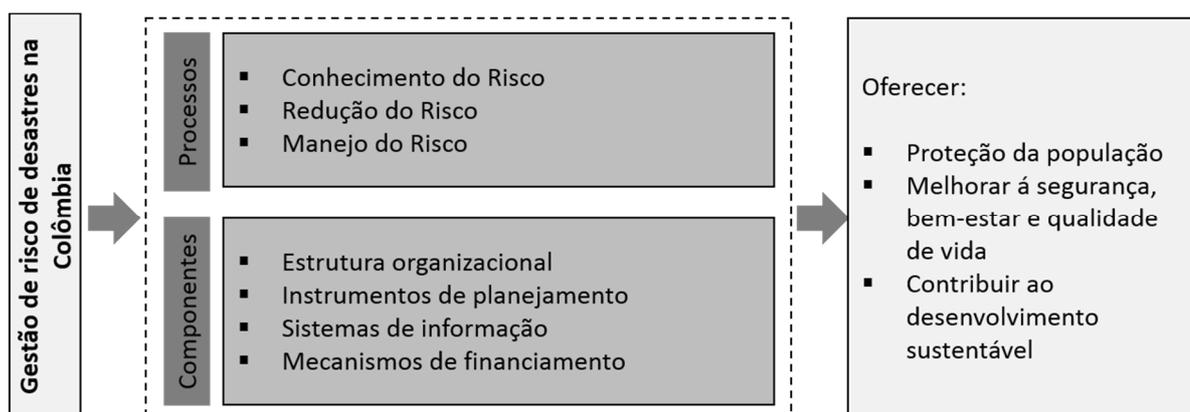
eventos causadores de desastres e suas implicações e, portanto, menores serão os impactos sob a população. Assim, todos os trabalhos técnico-científicos podem auxiliar as medidas estruturais e não estruturais bastante úteis no gerenciamento de desastres naturais. Muitos destes trabalhos estão relacionados a subsidiar sistemas de monitoramento e alerta de desastres, como também o adequado ordenamento territorial. Kobiyama e Goerl (2007) demonstraram a importância de uma boa descrição do evento, uma vez que a descrição permite conhecer o comportamento do fenômeno e, portanto, é uma etapa fundamentalmente importante na prevenção de desastres naturais e que está sendo deixada de lado.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação sobre a gestão de desastres naturais na Colômbia a partir da caracterização do desastre ocorrido em 2017, no Município de Mocoa, estado do Putumayo - Colômbia, que afetou grande parte da área urbana a causa de um fluxo de detritos, resultado de vários escorregamentos e inundações provocadas por chuvas intensas. Além disso, analisaram-se seus fatores e mecanismos de ocorrência do fenômeno como da ocorrência do desastre.

2 PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES DA COLÔMBIA

O Plano Nacional de Gestão de Riscos de Desastres (PNGRD) “Uma estratégia de desenvolvimento” 2015 – 2025 é um instrumento criado a partir da Lei de 1.523 do 24 de abril de 2012, na qual adota-se a Política Nacional de Gestão de Risco de Desastre e se estabelece o Sistema Nacional de Gestão de Risco de Desastres (SNGRD), a fim de formular e implementar planos de gestão de risco para priorizar, programar e executar ações por parte das entidades do Sistema Nacional, através de três processos principais: (i) conhecimento do risco; (ii) redução do risco; e (iii) manejo de desastres (PNGRD, 2015). Estes garantirão a proteção da população, o melhoramento da segurança, bem-estar e qualidade da vida, além da contribuição ao desenvolvimento sustentável do país. Neste contexto, a fim de facilitar a aplicação destes processos, o SNGRD incluiu quatro componentes essenciais para atingir o objetivo. A Figura 1 mostra as etapas do Sistema Nacional de Gestão de Risco de Desastres Naturais.

Figura 1 – Etapas do Sistema Nacional de Gestão de Risco de Desastre



Fonte: Adaptado de Vargas, 2012.

No processo de conhecimento do risco se identifica, avalia e analisam as condições de risco através de seus principais fatores de ameaça e vulnerabilidade, suas causas e seus atores causantes. Aqui também inclui-se o monitoramento desses fatores, assim como a comunicação do risco. No processo de redução do risco aplicam-se as medidas de prevenção de desastres, além da proteção financeira para repor o valor econômico das perdas. Para o processo de manejo do risco as medidas devem ser orientadas à preparação e execução da resposta a emergências e posterior recuperação.

3 CONCEITOS BÁSICOS DE DESASTRES, RISCO, VULNERABILIDADE E PERIGO

Para o adequado e eficiente gerenciamento dos desastres naturais é imprescindível o entendimento sobre os desastres naturais, sua classificação e conceitos associados à vulnerabilidade, perigo e risco. Nesse sentido, este item faz referência aos conceitos utilizados na gestão de risco de desastre naturais na Colômbia.

a. DEFINIÇÕES DE RISCO, VULNERABILIDADE E PERIGO (AMEAÇA)

A Lei 1.523 de 2012 na qual se adota a Política Nacional de Gestão de Risco de Desastres estabeleceu vinte e sete definições, a fim de unificar conceitos e linguagem. O presente artigo ressaltará as quatro definições mais utilizadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Definições na gestão do risco de desastres (Fonte: Lei 1523 de 2012)

Termo	Definição
Desastre	É o resultado que se desencadeia a partir da manifestação de um ou vários eventos naturais ou antropogênicos não intencionais que ao encontrar condições propícias de vulnerabilidade causa danos ou perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, gerando uma alteração intensa, grave, estendida nas condições normais de funcionamento da sociedade, que exige do estado e do sistema nacional a execução de ações de resposta à emergência, reabilitação e reconstrução.
Ameaça	Perigo latente de que um evento físico de origem natural, causado ou induzido pela ação humana de maneira acidental, apresente-se com uma severidade suficiente para causar perdas de vida, lesões ou outros impactos na saúde, assim como danos e perdas de bens, à infraestrutura, aos meios de sustento, à prestação de serviços e aos recursos naturais.
Vulnerabilidade	Susceptibilidade física, econômica, social, ambiental ou institucional que tem uma comunidade de ser afetada ou de sofrer efeitos adversos em caso de que um evento físico perigoso se apresente.
Risco	Corresponde aos danos ou perdas potenciais que podem-se apresentar devido aos eventos físicos perigosos de origem natural, sócio-natural, tecnológico, biosanitário ou humano não intencional, em um período de tempo específico e que são determinados pela vulnerabilidade dos elementos expostos. Assim, o risco de desastres deriva-se da combinação da ameaça e da vulnerabilidade.

b. CLASSIFICAÇÃO DE TIPOS DE DESASTRES

O EM-DAT do CRED, encarregado de analisar os dados mundiais das ocorrências de desastres naturais, reclassificou, em 2008, os tipos de desastres em seu banco de dados em dois grupos: naturais e tecnológicos (Scheuren et al., 2008). Os naturais foram classificados em seis sub-grupos: biológico (relacionados a epidemias e pragas), geofísicos (terremotos e movimentos de massa seca), climatológicos (temperaturas extremas e secas), hidrológicos (inundações e movimentos de massa úmida), meteorológicos (tempestades) e extraterrestres (meteoritos). Este último não se encontra mais na classificação, já que houve uma atualização pelo CRED em 2009 (GUHA-SAPIR *et al.* 2012).

Uma das principais modificações na classificação em 2008 foi a divisão

dos movimentos de massa (comumente chamados de escorregamentos) em secos e úmidos. Os movimentos de massa seca estão relacionados a eventos gerados a partir da dinâmica interna do solo (processos geofísicos) e os movimentos de massa úmida estão associados à presença de água no solo (processos hidrológicos). A partir desta classificação, o *International Strategy for Disasters Reduction*, das Nações Unidas (UNISDR), adotou a classificação, visto que o EM-DAT é o principal banco de dados utilizado pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Nesse contexto, a Colômbia, através do Plano de Gestão de Risco de Desastre, estabeleceu sua classificação de desastres como “fenômenos ameaçantes” (Tabela 2). Esta classificação faz parte da Unidade de Gestão de Risco de Desastre criado a partir da Política Nacional de Desastres Naturais.

Tabela 2 – Fenômenos ameaçantes (Fonte: PNGRD, 2015)

Origem	Tipo	Fenômeno
Natural	Atmosféricos	Furacões
		Vendavais
		Descargas elétricas
		Geadas
		Secas
	Hidrológicos	Transbordamentos
		Inundações
		<i>Avenidas torrenciais</i>
	Geológicos	Sismos
		Vulcanismo
		Movimentos de massa
	Biológicos	Epidemias
		Pragas
	Outros	<i>Tsunamis</i>
<i>Lahares</i>		
Tecnológico	Químicos	Derrames
		Fugas
		Explosões
	Elétricos	Sobrecargas
		Curtos circuitos
	Mecânicos	Colapsos
		Capotamentos
	Térmicos	Incêndios
		Explosões
		Não intencional

Humano	Intencional	Terrorismo
		Vandalismo
		Sabotagem
Sócio-Natural	Inundações	Modificação do escoamento em áreas urbanas
	Movimentos de massa	Escavações ou aterros em encostas para vias ou moradias
	Incêndios Florestais	Atividades humanas em florestas

Analisando os diferentes fenômenos naturais que a bacia do rio Mocoa sofreu, referentes a movimentos de massa, as instituições responsáveis pelo gerenciamento de desastres denominaram o recente desastre como evento *fluvio torrencial*, termo raramente utilizado na área científica. Embora existam diferentes termos entre países e também pesquisadores, o presente artigo adota o termo “fluxo de detritos”, que é o termo mais coerente da palavra em inglês “*debris flow*”. Segundo Takahashi (2007), os fluxos de detritos são definidos como fenômenos naturais compostos pela mistura de água, ar e sedimentos, governados pela gravidade, os quais se movem em massa e são dirigidos por forças dinâmicas de fluidos. Jakob e Hungr (2005), comentaram que os fluxos de detritos são um dos tipos de movimentos de massas mais perigosos devido à grande velocidade do fluxo e das longas distâncias que, com alto poder destrutivo, podem percorrer.

No entanto, diferenciar este tipo de fenômeno não é tão simples, já que em alguns casos os fluxos de detritos podem iniciar sob a forma de um escorregamento, geralmente translacional, que, ao atingir os cursos da água, faz com que o material ganhe velocidade e fluidez, passando a formar um fluxo de detritos. Segundo Takahashi (2014), a iniciação de um fluxo de detritos pode ocorrer a partir de três mecanismos: (i) sedimentos depositados no leito de um canal, que ao serem movimentados pela água, tomam a concentração de sólidos muito altos, aumentando a densidade do fluido, e se transformando em um fluxo de detritos; (ii) a partir de um escoramento translacional, quando o mesmo atinge o canal e seus sedimentos são propagados; (iii) colapso de uma barragem de detritos.

4 OCORRÊNCIA DO DESASTRE HIDROLÓGICO

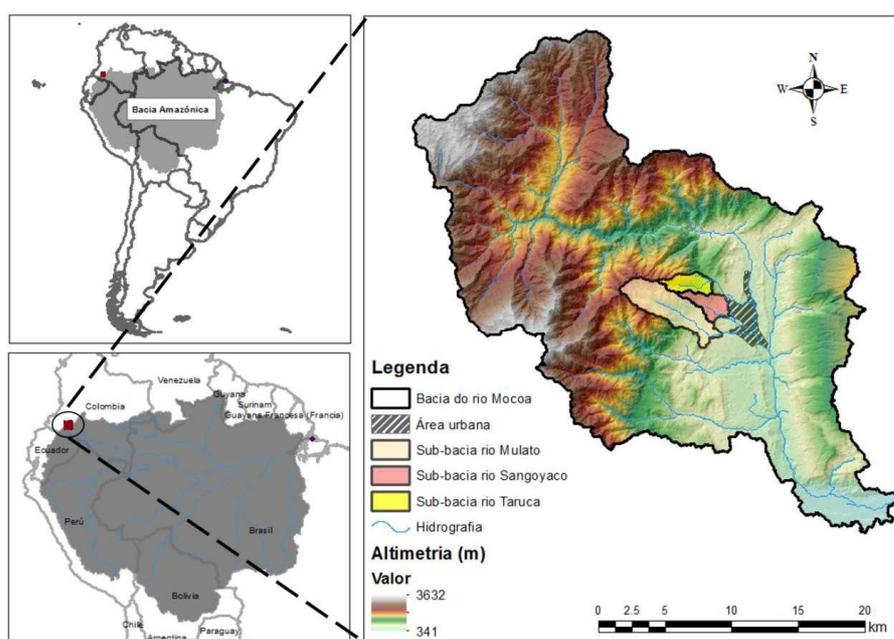
R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. esp p. 135-151, jun. 2018.

a. ÁREA DE ESTUDO

Município de Mocoa está localizado ao sul da Colômbia, no Estado do Putumayo. Esse município faz parte da bacia do rio Mocoa na cordilheira centro-oriental e oriental, que por sua vez é uma sub-bacia da bacia do rio Amazonas em sua cabeceira. A bacia do rio Mocoa (312 km²) varia sua altimetria entre 341 e 3.632m, sendo que o município de Mocoa está aproximadamente a 600m de altitude. No entanto, os fenômenos hidrológicos que provocaram o desastre no município de Mocoa localizaram-se nas sub-bacias do rio Taruca, Sangoyaco e Mulato (Figura 2).

Segundo Gomez *et al.* (2015), a litologia que abrange a área onde aconteceram os diferentes fenômenos inclui as formações Belém e Ospina do Grupo Orito, caracterizados principalmente por lodolitos, arenitos líticos e intercalações de conglomerados ferruginosos com presença de crostas de gesso e camadas de carvão; abanicos aluviais, depósitos coluviais e planícies aluviais; e formação Mazogranito de Mocoa, representado principalmente por granodioritos que variam de sienogranitos a tonalitos e de quartzomonzonitos a quartzomonzodioritos. Além disso, os solos que compõem esta área de estudo estão caracterizados principalmente por argissolos.

Figura 2 – Mapa de Localização e altimetria da bacia do rio Mocoa – Colômbia



b. ASPETOS FÍSICOS DOS FENÔMENOS

No dia 31 de março de 2017 ocorreram precipitações intensas e bem localizadas na cabeceira das bacias Mulato, Sangoyaco e Taruca. Segundo os dados do *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)*, entre às 22h do dia 31 de março e à 1h do dia 1 de abril de 2017 foi registrada uma precipitação de 129,3 mm, sendo esta equivalente a uma precipitação acumulada em condições normais de 10 dias na zona do Piedemonte amazônico. Os dados do IMERG, que representam dados de precipitação por satélite, mostraram que os totais de chuva da área durante a semana entre 26 de março a 2 de abril de 2017 foram maiores que 80 mm, onde estenderam-se desde o Leste de Mocoa até as altas montanhas que envolvem a cidade. Estas precipitações intensas teriam influenciado na deflagração dos diferentes fenômenos relacionados a escorregamentos e fluxo de detritos.

Os escorregamentos translacionais concentraram-se na parte alta e média (altitudes entre 1500 e 2000 m) das bacias do rio Mulato, Sangoyaco e Taruca. Suas inclinações chegaram até 76° nas encostas, sendo estimadas com base no mapa de declividades elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS/PARSAR de 12,5 x 12,5 m de resolução, lançado em 2006 pela Agencia de Exploração Aeroespacial do Japão. Estas altas declividades também teriam influenciado na mobilidade de escorregamentos na encosta até alcançarem a calha do rio. A Figura 3 mostra os diferentes escorregamentos translacionais que aconteceram na área de estudo, ao exibirem uma superfície de ruptura de geometria plana, além de como alguns desses escorregamentos atingiram os cursos de água.

Segundo o GFZ (2017), registraram-se aproximadamente 600 escorregamentos, amplamente distribuídos nas encostas das três sub-bacias. Estes foram identificados a partir de imagens de satélite obtidas no dia 10 de abril após o evento. A maioria dos escorregamentos, sendo do tipo translacional, provocou que grande parte do material deslocado convergisse para o canal, gerando um fluxo de detritos, o qual foi propagado até a área urbana de Mocoa.

A propagação do material deslocado se deu por três rios: Taruca (6,56 km

de comprimento), Sangoyaco (7,00 km de comprimento) e Mulato (10,37 km de comprimento). Em relação ao tipo e tamanho dos sedimentos, a equipe técnica da *Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia Colombiana* (CORPOAMAZONIA), junto à participação de diversas instituições de nível nacional e regional, realizaram a delimitação da área do desastre, mostrando grande presença de blocos de rocha e troncos de árvores em meio ao solo desprendido pelos escorregamentos, além de um solo de textura argilosa proveniente da formação geológica Orito (CORPOAMAZONIA, 2017).

Figura 3 – Escorregamentos translacionais na bacia do rio Mocoa



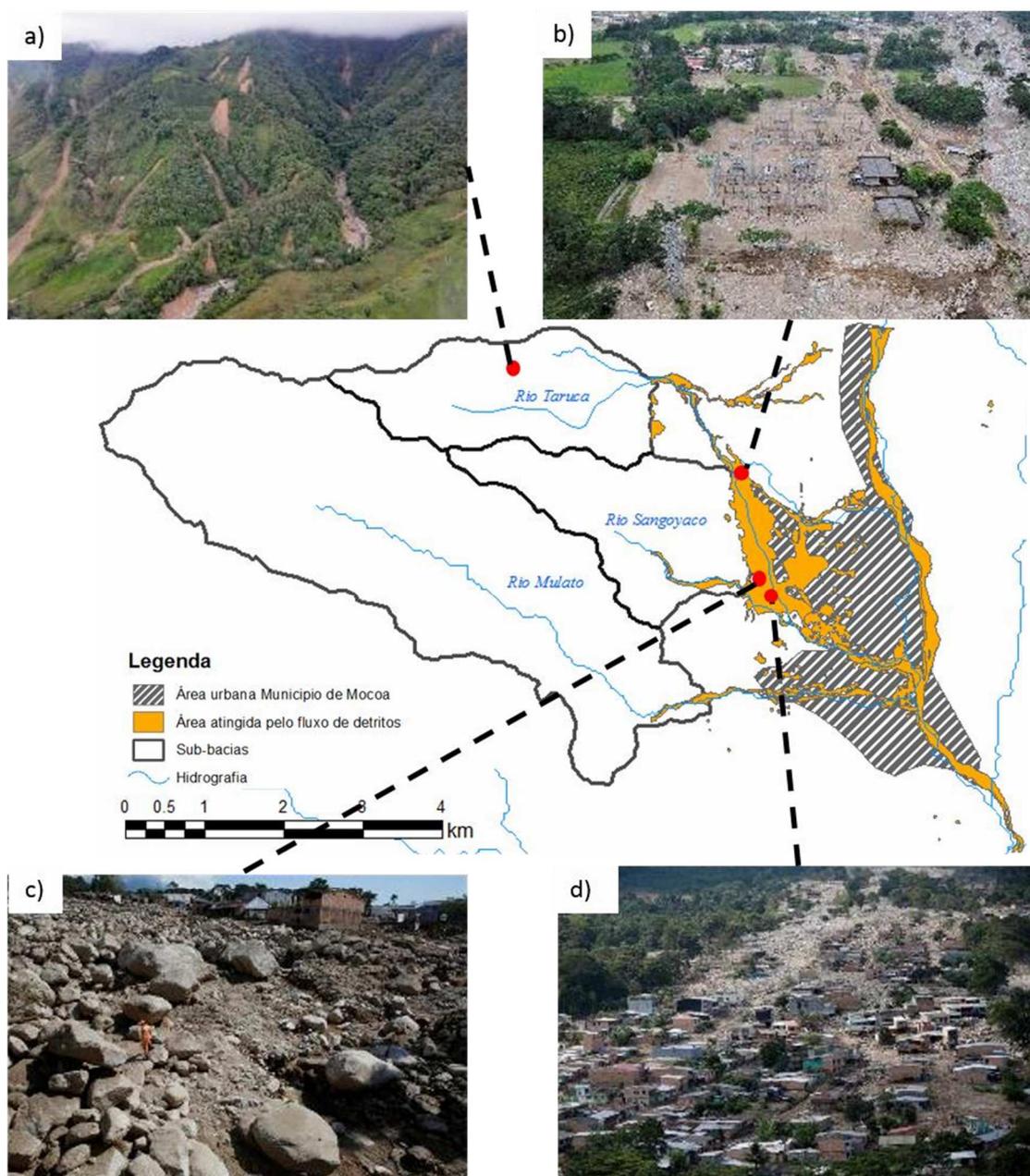
Fonte: CORPOAMAZONIA, 2017.

Além disso, foram caracterizados os tamanhos dos sedimentos depositados durante o evento. A área atingida pelo fluxo de detritos (Figura 4) foi identificada a partir do trabalho *áreas afetadas pelo fluxo de detritos em Mocoa*, dados disponibilizados pelo programa do Instituto das Nações Unidas para Formação e Pesquisa (UNITAR/ONOSAT). Aqui localizou-se o corpo principal do evento, onde identificou-se blocos de pedra de grande tamanho, em uma porcentagem de 80% da área total, com dimensões entre 0,20 e 12 m de diâmetro, como também foram identificados troncos de árvore com comprimentos de até 30 m e diâmetro de 0,7 m aproximadamente. Em uma menor proporção, identificaram-se sedimentos de argilas e areias em 15% da área total (CORPOAMAZONIA, 2017). As imagens (a), (b), (c), (d) da Figura 4 mostram algumas vistas das áreas afetadas pelo fluxo de detrito, pelo qual grande parte da cidade de Mocoa foi devastada.

c. OCORRÊNCIA DO DESASTRE

No dia do evento (31 de março de 2017), um fluxo de detritos atingiu grande parte da área urbana do Município de Mocoa, tornando-o um grande desastre hidrológico, considerados os prejuízos socioeconômicos e ambientais, bem como as perdas humanas que se produziram. CORPOAMAZONIA (2017) relatou que a área total atingida foi de 358,4 ha considerando as áreas urbana e rural. Ao se considerar apenas a área urbana, 96 ha foram atingidos, ou seja, 31% da área do município.

Figura 4 – Áreas afetadas pelo fluxo de detritos no Município de Mocoa, Colômbia



R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. esp p. 135-151, jun. 2018.

- i. escorregamentos translacionais na cabeceira da bacia Taruca; (b) estação de energia elétrica destruída; (c) diâmetro dos sedimentos; e (d) bairro destruído.

O desastre causou a perda, deterioração e destruição total de moradias de centenas de pessoas, além da destruição de seus bens e recursos econômicos. Segundo o Decreto 0601 do 06 de abril de 2017, no qual o município declarou o estado de emergência econômica, social e ecológica, foram mais de 25 bairros atingidos pelo fluxo de detritos, dos quais muitos deles foram destruídos em sua totalidade. Além disso, foram afetadas sete pontes principais, 10 vias públicas, uma subestação de energia elétrica, a rede telefônica, três plantas de tratamento de água potável e a rede de água e de esgoto.

Segundo o décimo terceiro informe da *Cruz Roja Colombiana* publicado no dia 26 de maio de 2017, foi reportado que o número de mortes até aquele momento era de 332 pessoas. Além disso, o evento deixou 398 pessoas feridas, afetou a 7.603 famílias e deixou em torno de 71 pessoas desaparecidas.

d. AVALIAÇÃO SOBRE A GESTÃO DE DESASTRE APLICADA NO PNGRD

A gestão de risco de desastres na Colômbia tem sofrido diferentes mudanças levando a um adequado instrumento de planejamento nacional. No entanto, as medidas de prevenção tomadas no âmbito regional não têm sido muito efetivas considerando o alto risco que diferentes municípios sofrem. O exemplo mais importante é o desastre ocorrido no município de Mocoa, considerando que diversos pesquisadores relataram que esse possível desastre poderia acontecer e as instituições encarregadas da gestão de desastres, tendo um plano estruturado, não tomaram as medidas necessárias para ter evitado que isso acontecesse. Por exemplo, Sepulveda *et al.* (2015) analisaram os escorregamentos na América Latina, onde observaram que os escorregamentos na Colômbia causam um grande número de perdas humanas e que não se tem indicadores de que as perdas de vida por escorregamentos diminuam. Kuaran (2014) relatou o risco que o município de Mocoa estava sofrendo por uma eventual avalanche de rochas, como ele denominou, provenientes de escorregamentos que atingiriam o canal e que em qualquer momento podiam ser transportados até a área urbana. Estes relatos não foram ouvidos ou discutidos efetivamente pelas autoridades responsáveis, o que as levou a não tomar as medidas preventivas necessárias. Seguindo as etapas

estruturadas no Plano Nacional percebe-se que a etapa de conhecimento e redução não foi levada a sério de forma efetiva.

Após o desastre, as etapas de recuperação e reconstrução estão sendo realizadas. Neste contexto, as autoridades responsáveis pelo gerenciamento de desastres naturais, tais como a Unidade Nacional de Gestão do Risco de Desastres (UNGRD) no âmbito nacional e CORPOAMAZONIA no âmbito regional, além de diversas instituições, vêm desenvolvendo visitas técnicas de avaliação e monitoramento a fim de definir ações para atender e recuperar as áreas afetadas pela ocorrência do fluxo de detritos no município de Mocoa. Atenta-se, porém, que falta maior importância em medidas de prevenção, sendo estas as necessárias para que se evitem desastres como este.

Assim, pode-se dizer que é de suma importância priorizar as medidas preventivas integradas contra fluxo de detritos, ou seja, antes do evento acontecer, que envolvam a compreensão dos mecanismos de ocorrência do fenômeno e a redução dos desastres associados ao mesmo. Existem dois tipos de medidas: estruturais e não estruturais. Em medidas estruturais, podem-se citar as atividades de construção civil, tais como as barragens *grid*, *check dam* ou *Slit-check dam* (Huebl e Fiebiger, 2005), porém, demandam altos custos e nem sempre evitam que o desastre ocorra. Em relação às medidas não estruturais, pode-se citar o estabelecimento de leis, determinação de áreas de perigo e a implementação de sistemas de alerta e de evacuação. Normalmente, estas medidas envolvem menos custos e são mais eficientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ambientes montanhosos frequentemente geram fenômenos bastante rápidos e violentos (como o fluxo de detritos), o que conseqüentemente traz desastres às comunidades locais. A única maneira para reduzir tais desastres é o adequado e eficiente gerenciamento de desastres, dando ênfases a medidas de prevenção não estruturais.

Desta forma, o entendimento dos mecanismos de ocorrência do fenômeno se faz uma tarefa importante na hora de realizar um bom gerenciamento. Assim, o desastre acontecido no município de Mocoa no dia 31 de março de 2017, que

causou grandes prejuízos, poderia ter sido evitado. Os eventos já ocorridos são um bom exemplo de aprendizagem para aumentar os conhecimentos sobre esses fenômenos e para se proteger, conseqüentemente aumentando a resiliência na comunidade.

RISK MANAGEMENT OF NATURAL DISASTERS IN COLOMBIA: CASE STUDY, HYDROLOGICAL DISASTER IN MOCOA MUNICIPALITY – PUTUMAYO

ABSTRACT

Natural Disaster Risk Management in Colombia is structured as a result of The National Disaster Risk Management Plan (PNGRD) created by law 1,523 of 2012, where its main components are based on knowledge, reduction and risk management. These steps seek to provide population protection, improve safety and life quality, and contribute to the country's sustainable development. However, on 03/31/2017, the municipality of Mocoa, Putumayo state - Colombia, suffered a disaster by debris flow, causing large socioeconomic, environmental and human losses. Thus, the present work has as objective to carry out an evaluation on the management of natural disasters in Colombia from the characterization of the disaster that occurred in the Municipality of Mocoa. In addition, their factors and mechanisms of occurrence of the phenomena and the occurrence of disasters were analysed. The phenomenon affected a large part of the urban area, causing several damages in more than 25 districts, including basic services, infrastructure and the death of 332 people. The phenomenon was caused by an intense precipitation of 129 mm in 3 hours and intensified by the mountainous relief. This produced around 600 translational landslides, most of them reached the river channels in the three sub-basins that surround the municipality. However, this disaster could have been avoided if the authorities in charge had taken the necessary preventive measures, following the structure of the national plan. However, the stages of recovery and reconstruction are being carried out in an effective way. In this way, the understanding of the mechanisms of occurrence of the phenomenon becomes an important task to carry out a good management of disasters, as much in the contribution on the understanding of this type of phenomenon, as in the capacity of the local population to protect to future disasters, being this a stage in the management structure proposed in the PNGRD and which needs to be more important.

Keywords: Disasters management. Hydrology disaster. Municipality of Mocoa.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. G. **Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas**. Bogotá, Colombia: Banco Mundial, 2012.

CORPOAMAZONIA. **Boletines sobre las evaluaciones del desastre de Mocoa**. Disponível em: <http://www.corpoamazonia.gov.co/>. Acesso 15 de maio de 2017.

CRUZ ROJA COLOMBIANA. **Emergencia Mocoa – Putumayo. Reporte de situación # 13**, 2017. Disponível em <http://www.cruzrojacolombiana.org/sites/default/files/CRCol%2013%20EMERGENCIA%20MOCOA.pdf>. Acesso em: 14 de Novembro de 2017.

GFZ. **Landslide and debris flow detection – Mocoa, Colombia**. Disponível em: <http://reliefweb.int/map/colombia/landslide-and-debris-flow-detection-mocoacolombia> -28-apr. Acesso 18 de maio de 2017.

GÓMEZ, J., NIVIA, Á, MONTES, N.E., ALMANZA, M.F., ALCÁRCEL, F.A. & MADRID, C.A. **Compilando la Geología: una visión de 2015**. Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales Bogotá, p. 9–33, 2015.

GUHA-SAPIR, D.; HOYOIS, P.; BELOW, R. Annual Disaster Statistical Review 2014: The Numbers and Trends. Brussels: **CRED**. p. 22, 2015.

GUHA-SAPIR, D.; VAS F.; BELOW, R.; PONSERRE, S. **Annual Disaster Statistical Review 2011: The numbers and trends**. Brussels: CRED, p. 42, 2012.

HUEBL, J.; FIEBIGER, G. Debris-flow mitigation measures. In: **Debris-flow hazards and related phenomena**. Org. por JACOB, M.; HUNGR, O. Springer-Verlag, p. 445-487, 2005.

JAKOB, M; HUNGR, O. **Debris-flow hazards and related phenomena**. Springer-Verlag Berlin, p. 739, 2005.

KOBIYAMA, M.; GOERL, R. F. Quantitative method to distinguish flood and flash flood as disasters”. **SUISUI Hydrological Research Letters**, p. 11-14, 2007.

KUARAN, J. **Quebrada la Taruca em Mocoa, tragédia anunciada de**

R. gest. sust. ambient., Florianópolis,. v. 7, n. esp p. 135-151, jun. 2018.

proporciones inimaginables, que las autoridades han hecho caso omiso, 2014. Disponível em: <http://notifronteras.com/ultimas-noticias/quebrada-la-taruca-en-mocoa-tragedia-anunciada-de-proporciones-inimaginables-que-las-autoridades-han-hecho-caso-omiso/>. Acesso 25 de maio de 2017.

Lei No. 1523 de 24 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre e se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres**. Disponível em <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley152324042012.pdf/>. Acesso em: 06 de dezembro de 2017.

PETLEY, D.N. **Landslides and engineered slopes: protecting society through improved understanding**. In: EBERHARDT, E.; FROESE, C.; TURNER, A.K.; LEROUEIL, S. (orgs.) *Landslides and engineered slopes*. CRC Press London, p. 3- 13, 2012.

PNGRD. **Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - Una estrategia de desarrollo 2015-2025**. Bogota. Arkimax Ltda. 2015.

SCHEUREN, J-M.; WAROUX, O.P.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D. **Annual Disaster Statistical Review: the Numbers and Trends 2007**. Brussels: CRED / Munich: MunichRe Foundation, p 47, 2008.

SEPÚLVEDA, S.A.; PETLEY, D.N. Regional trends and controlling factors of fatal landslides in Latin America and the Caribbean. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v.15, p.1821-1833, 2015.

TAKAHASHI, T. **Debris flow: mechanics, prediction and countermeasures**. CRCPress, p. 572, 2014.

TAKAHASHI, T. Progress in debris flow modeling. In: SASSA, K.; FUKUOKA, H.; WANG, F.; WABG, G. (eds.) **Progress in landslide science**. SpringerVerlag Heidelberg, p. 60-77, 2007.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Terminology on disaster risk reduction**. UNISDR Geneva, p. 9, 2009.

VARGAS, R. A. **Guía para la Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres**. Bogotá, Colombia: UNGRD, 2012.