

O USO DE MÉTODOS NÃO CONVENCIONAIS PARA DELIMITAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO ORIUNDAS DE DESASTRES

Arthur da Fontoura Tschiedel¹; Sly Wongchuig²; Benício Emanuel Omena Monte³; Rodrigo Cauduro Dias de Paiva⁴; Gean Paulo Michel⁵

ABSTRACT – The technological advance has allowed the cheapening of devices capable of capturing the hydrological impacts generated by disasters, emphasizing here specifically the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and photographic cameras embarked. In addition, the near-immediate sharing of disasters filmed by UAVs from YouTube posts allows hydrologists to have access to information on the extent of flooded areas that would often not be obtainable by conventional methods such as remote sensing. The first objective of this work was therefore to generate a georeferenced flood zoning using as input only a video posted on Youtube that portrayed the impacts of a Dam Break in Paragominas / PA, showing in this way that YouTube has been consolidating itself as a bank of hydrological observations that can be useful. The second objective of this work was to generate a flood impact zone for the city of Rolante / RS, using a technique similar to that used in the first area. The difference, in this case, was in the way of obtaining aerial images. To do so, a disaster reconnaissance flight was carried out in the Military Police helicopter to capture around 320 aerial photographs that allowed the generation of the georeferenced flood zone.

Palavras-Chave – Desastres; Youtube; Inundação

1 - INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos é de suma importância na área de desastres naturais, principalmente no tocante ao fornecimento de informações que sejam úteis para áreas como segurança hídrica e previsão de eventos extremos. Métodos tradicionais para medição de variáveis hidrológicas in-situ se apresentam limitadas espacial e temporalmente, principalmente em países em desenvolvimento (Sivapalan *et al.*, 2003). Paralelamente a esta questão, nas últimas décadas observa-se um rápido desenvolvimento de sensores remotos, que trazem consigo vantagens em áreas como a hidrologia e por consequência complementam métodos de medição tradicional, sobretudo em regiões pouco monitoradas (Jensen, 2009). Nesse sentido, destaca-se

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, POA/RS, arthurtidel@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, POA/RS, xinox010@gmail.com

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, POA/RS, benicio_monte@hotmail.com

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, POA/RS, rodrigocdpaiva@gmail.com

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, POA/RS, geanpmichel@gmail.com

principalmente o uso de satélites e, mais recentemente, o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) muitas vezes complementados com sensores óticos e até mesmo com o uso de câmeras dos, amplamente disponíveis, Smartphones (McCabe *et al.*, 2017).

A evolução tecnológica em sensoriamento remoto vem permitindo, desse modo, a mensuração, em diferentes escalas temporais e espaciais, da maior parte das variáveis hidrológicas envolvidas no processo de formação de escoamentos, podendo ser destacadas por exemplo as missões GPM, SMAP e GRACE para mensuração, respectivamente, de dados de precipitação, umidade superficial do solo e variação no armazenamento da água na terra (NASA, 2016). A estas missões também podem ser somados os produtos oriundos de satélites com altímetros, que permitem a mensuração de vazão de cursos hídricos (a partir do seu uso conjunto com outras informações) e também de satélites que permitem a visualização da extensão de manchas de inundação, como por exemplo, os produtos que usam a série do Landsat como o GSWO (Global Surface Water Occurrence) (Pekel *et al.*, 2016), ou baseadas em imagens SAR (Jensen, 2009).

Paralelamente, o avanço no setor de desenvolvimento de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) voltados à observação de variáveis hidrológicas também vem ganhando espaço, como pode ser observado nos trabalhos de Tauro *et al* (2016), Leitão *et al* (2016), Hoffmann *et al* (2016) e Bandini *et al.*, (2018) que estudaram a mensuração de variáveis como vazão, topografia, evapotranspiração e elevação de níveis d'água respectivamente, a partir de sensores embarcados em VANTs.

Enquanto isso, o uso de registros de imagens e vídeos via smartphones tem se mostrado útil não só no registro (e também compartilhamento imediato) de eventos extremos, mas também no processamento de informações, destacando-se aqui a existência de softwares de medição de vazões já disponíveis nas lojas de aplicativos para os mais diversos sistemas operacionais, como por exemplo o Photrack (LÜTHI *et al.*, 2014)

O que pode ser observado, dessa forma, é que o avanço tecnológico acaba condicionando e proporcionando formas diferentes de obtenção de variáveis do ciclo hidrológico. E o avanço tecnológico, por sua vez, está diretamente relacionado com a disseminação e barateamento de novos dispositivos passíveis de utilização dessas variáveis.

Como exemplo pode-se citar a expansão do mercado de VANTs comerciais de pequeno porte no Brasil por parte das empresas como a DJI, 3D Robotics, Parrot, dentre outros, sendo mais de 41.000 unidades cadastradas até maio de 2018 na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), representando um aumento de mais de 200% desde a metade de 2017. Adicionalmente também existe uma grande expansão do mercado de smartphones na última década segundo a 28ª Pesquisa Anual de Administração e Uso de Tecnologia da Informação nas Empresas, realizada pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP) realizada no ano de 2017, em que se estima que ao final de 2017 existiriam aproximadamente 208 milhões de aparelhos, ou seja aproximadamente

um smartphone por habitante. Com dispositivos cada vez menores, não é de se espantar que num futuro próximo muitos cidadãos sejam proprietários de pequenos VANTs de bolso como o popular DJI Spark ou Mavic Air que possibilitem obtenção e compartilhamento rápido de fotografias e vídeos aéreos de desastres ambientais.

De fato, esse processo já pode ser observado, dado a ampla quantidade de vídeos de áreas inundadas obtidos por VANTs, armazenados na popular plataforma de vídeos Youtube nos últimos anos. E estes dados, mediante técnicas como processamento de imagens, podem servir para auxiliar hidrólogos que desejam delimitar a extensão de manchas de inundação com o objetivo de calibração de modelos hidráulicos. Ressalta-se, ainda que a obtenção da extensão de manchas de inundação para eventos específicos a partir de técnicas clássicas (como por exemplo, o uso de satélites) pode ser dificultada devido à presença de nuvens nas imagens ou até mesmo devido à resolução espacial dos produtos.

Dessa forma, o primeiro objetivo deste trabalho é apresentar como vídeos aéreos de inundações locais publicados no Youtube podem ser utilizados com o intuito de gerar manchas de inundação georreferenciadas passíveis de serem utilizadas para calibração de modelos hidráulicos, tornando o Youtube, dessa forma, como mais uma fonte de informação de dados hidrológicos a ser consultada como banco de dados quando da ocorrência de desastres ambientais. Um exemplo prático desta técnica é apresentado para a região de Paragominas, no Pará.

Paralelamente a esta questão, observa-se que quando da ocorrência de desastres ambientais (aqui se ressaltando os relacionados à existência de inundações e movimentos de massa), órgãos institucionais como Corpo de Bombeiros e Polícia Militar muitas vezes deslocam helicópteros para sobrevoar regiões atingidas, com o objetivo de, por exemplo, encontrar sobreviventes. Nestes casos, utilizando procedimento similar ao utilizado no primeiro objetivo deste trabalho, pode ser possível obter manchas de inundação a partir do uso de vídeos e/ou fotografias aéreas sequências obtidas durante estes voos de reconhecimento.

O segundo objetivo deste trabalho foi, portanto, obter a mancha de inundação georreferenciada do desastre ocorrido em janeiro de 2017 na cidade de Rolante/RS, a partir do uso de uma Go-Pro Hero3+ embarcada no helicóptero do Corpo de Bombeiros que sobrevoou a região em busca de sobreviventes.

Ressalta-se, ainda, que mesmo que a obtenção de ambas as manchas de inundação tenha partido de métodos não convencionais, o modo de cálculo das suas extensões de área foi similar, tendo base em técnicas de aerofotogrametria.

O próximo item apresenta, portanto, explanações acerca da aerofotogrametria, peculiaridades de cada estudo de caso, e também a metodologia de obtenção das manchas de inundação aqui explanadas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Técnicas de aerofotogrametria a, segundo Jensen (2009) resume-se à obtenção de mapas georreferenciados a partir de imagens aéreas sequenciais. Ainda, a exatidão destes produtos é dependente diretamente do sensor e do modo utilizado para captar as imagens, sendo necessário que as imagens estejam com pelo menos 60% de sobreposição lateral para que haja pelo menos 1 par estereoscópico no processo. Ainda, ressalta-se que os novos programas de processamentos de imagens aéreas empregam o algoritmo SIFT - *Scale Invariant Feature Transform*, proposto por Lowe *et al.* (2004) para possibilitar a identificação de iguais pontos visualizados a partir de diferentes ângulos (Agisoft, 2016), o que permite portanto que um *frame* de fotografias aéreas (ou vídeo) obtido sem o menor cuidado e com objetivos diferentes à geração de produtos aerofotogramétricos, possa ser, ainda assim, utilizado para este fim.

Como explanado anteriormente, os dois desastres (ou estudos de caso) utilizados neste trabalho estão localizados em duas regiões diferentes do Brasil, sendo o primeiro localizado em Paragominas – PA e o segundo na cidade de Rolante – RS. O mapa da Figura 1 apresenta estes locais. A seguir, cada um deles é mais bem descrito, no tocante ao desastre ocorrido e também ao modo de obtenção de imagens aéreas sequenciais.



Figura 1 – Mapa de Localização dos Estudos de Caso

2.1 - Área de Estudo 1 – Paragominas/Pará

Na madrugada do dia 12 de abril do ano de 2018, pelas primeiras pesquisas, aconteceram vários rompimentos de barragens particulares que abastecem fazendas às margens dos rios de Paragominas. Este desastre foi precedido pelo evento de precipitação do dia anterior (11/04/2018) que segundo o Inmet atingiu 151 mm de chuva, sendo o pico de intensidade equivalente a 66 mm/hora entre as 23hrs do dia 11/04 e à 01 hora do dia 12/04. Para

contextualizar, a média histórica para o mês de abril em Paragominas é de 350 mm, ou seja, o evento de poucas horas quase atingiu a metade do valor mensal histórico. Segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Pará (Crea-PA), não há qualquer registro de Anotação de Responsabilidade Técnica das barragens construídas na cidade, documentação obrigatória para garantir a segurança de qualquer tipo de obra, presumindo-se portanto que as barragens eram clandestinas. Os eventos anteriormente descritos resultaram no transbordamento da calha principal do Rio Paragominas, como pode ser observado no mosaico de fotografias da Figura 1.

Citado evento foi registrado por um vídeo obtido por VANT postado na plataforma Youtube. Este vídeo foi, então, particionado em diversas fotografias sequenciais e processado no software Agisoft Photoscan (Agisoft, 2016). As etapas de processamento no software não são aqui aprofundadas, mas de forma geral segue as seguintes etapas: (i) Alinhamento de Fotos; (ii) Construção de Nuvem Densa de Pontos; (iii) Construção da Malha; (iv) Construção da Textura e; (v) Georreferenciamento a partir de pontos de controle de solo.

A definição de pontos de controle de solo foi uma etapa realizada também de forma expedita, em que foram utilizadas marcas características da área estudada observadas no produto intermediário criado, como por exemplo, esquinas e cantos de casas. Neste estudo de caso foram marcados um total de 4 pontos a partir de imagens do Google Earth.

2.2 - Área de Estudo II – Rolante / Rio Grande do Sul

Nos dias 05/01/2017 e 06/01/2017 o município de Rolante sofreu com intensos eventos pluviométricos que resultaram em diversos escorregamentos das encostas, apresentados no mosaico de fotografias da Figura 1. Estes escorregamentos geraram então um grande volume de sedimentos que foram desprendidos para jusante, afetando grande parte da população residente na mancha urbana de Rolante/RS (DRH/GPDEN, 2017).

A verificação dos danos e custos associados relativos a este desastre foi realizada a partir de um sobrevoo, na região atingida, de um helicóptero do Batalhão Ambiental da Brigada Militar. Neste helicóptero foram, então, embarcadas duas câmeras Go-Pro Hero 3+, configuradas para tirar fotografias a cada segundo, permitindo portanto a obtenção de diversas fotografias aéreas sequenciais da área em questão.

Estas fotografias foram, então, processadas no software Agisoft Photoscan (Agisoft, 2016), seguindo as mesmas etapas explanadas para a primeira área de Paragominas, no Pará. A diferença principal ressalta-se, foi o número de pontos de controle. Para a área de Rolante, foram alocados 15 pontos de controle ao longo da área, que teve em torno de 15 km lineares de trecho de rio mapeados.

3 - RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho são referentes à identificação da extensão dos impactos ocasionados pelos eventos descritos no item 2. Desse modo, manchas de inundação georreferenciadas para as duas áreas de estudo foram extraídas e apresentadas na Figura 2 para a cidade de Paragominas/PA e para a cidade de Rolante/RS na Figura 3. Especificamente para área de Paragominas, salientam-se as situações de pré-inundação, o modelo ortoretificado gerado pelo processamento das fotografias aéreas e também a mancha de inundação georreferenciada, extraída do modelo ortoretificado e plotada na imagem da situação de pré-inundação. A extração da mancha de inundação foi realizada a partir da utilização da ferramenta Reclassify, do ArcGis 10.5, considerando as respostas espectrais das três bandas RGB do modelo ortoretificado. Observa-se nessa figura que é possível identificar os limites da área inundada principalmente a partir do limite de inundação registrado nas ruas. De posse destes limites e também de informações altimétricas precisas obtidas por outro meio, é possível por fim, extrair informações relativas à cota de inundação atingida pelo evento. Já para a área de Rolante, são apresentadas em conjunto com o mapa *zons* com maior detalhamento da mancha de inundação georreferenciada.

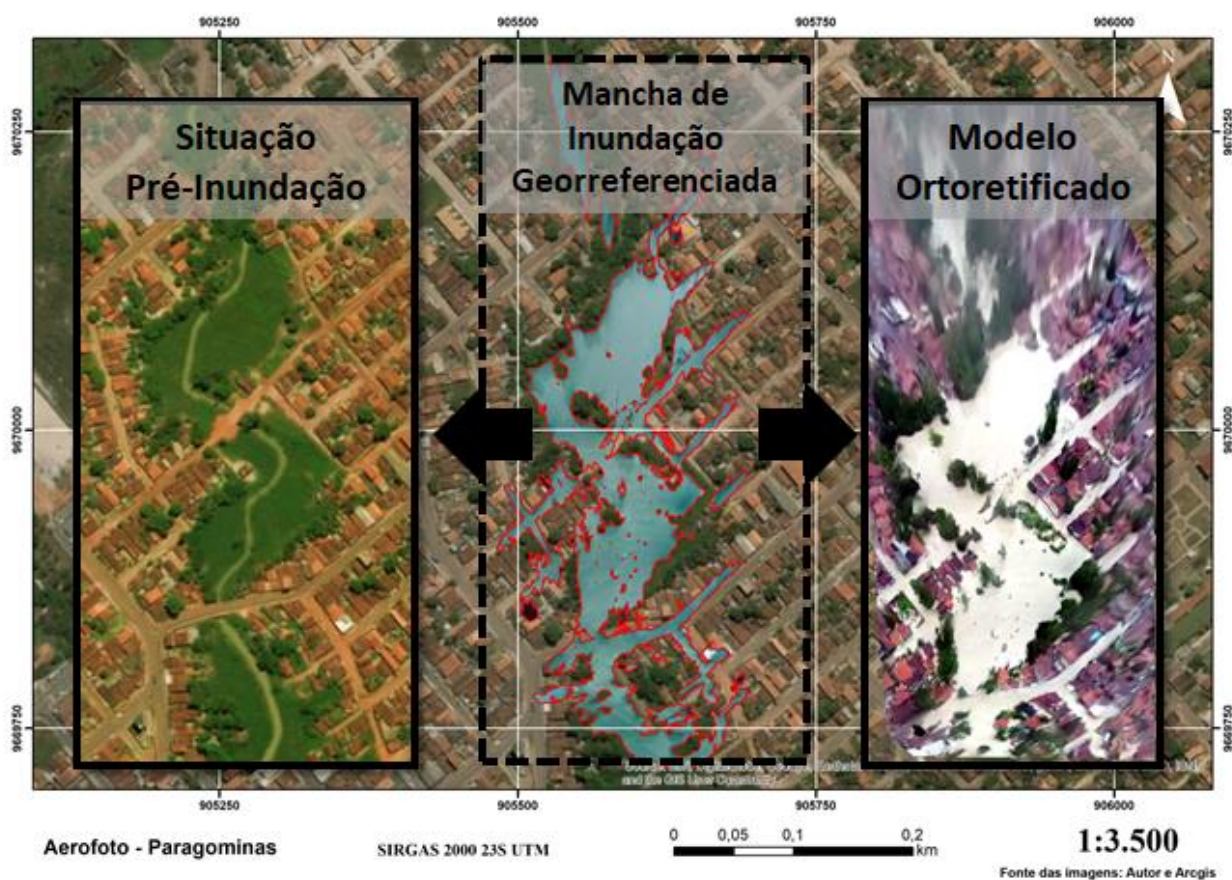


Figura 2 – Mancha de Inundação Obtida a Partir de Vídeo do Youtube para Paragominas / PA

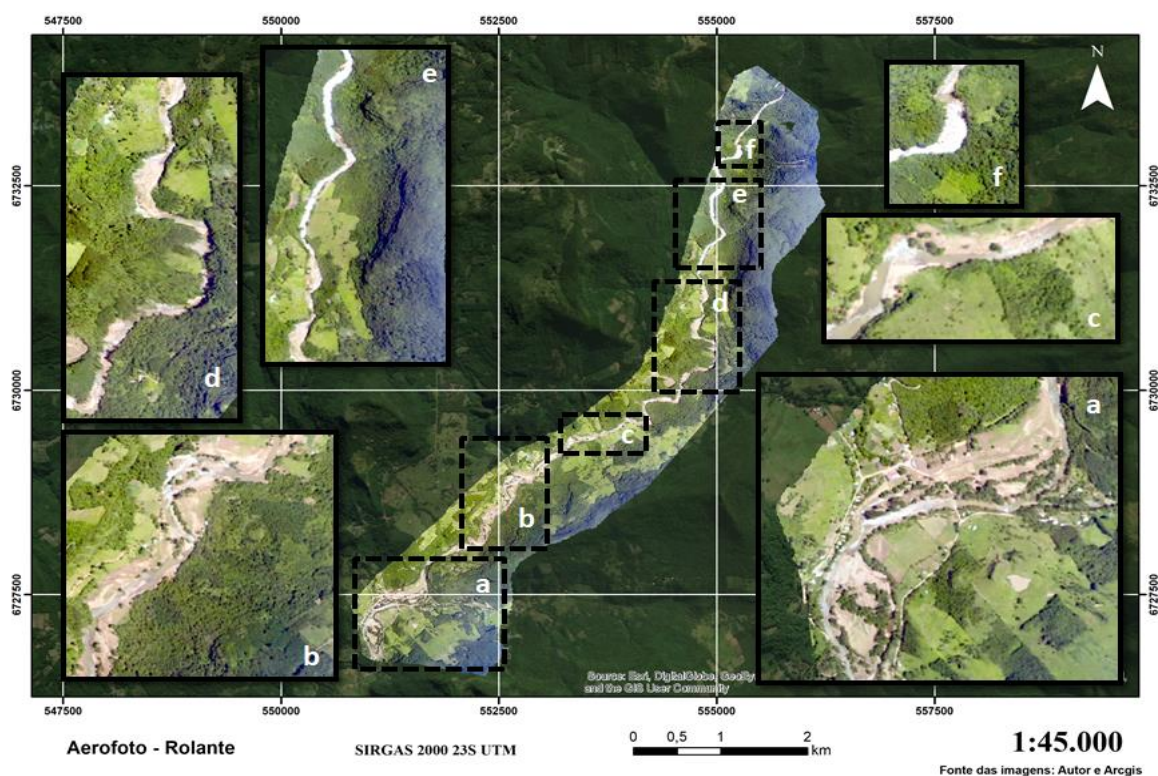


Figura 3 – Mancha de Inundação Obtida a Partir de Helicóptero e Go-Pro em Rolante/RS

4 - CONCLUSÕES

Este trabalho procurou explorar fontes alternativas para obtenção de dados de interesse na gestão de áreas atingidas por desastres. Desse modo, mostrou-se que a plataforma de vídeos Youtube tem potencial para se consolidar como um banco de dados a ser consultado por hidrólogos que tem interesse na identificação da extensão de manchas de inundação locais, uma vez que é possível a obtenção, a partir de vídeos publicados filmados por VANTs, dessas informações georreferenciadas. Ainda, mesmo que a precisão relativa à aplicação desta metodologia varie diretamente com a qualidade do vídeo utilizado, pode-se inferir que pontos de controle bem definidos (principalmente em relação às coordenadas xy) e também a avaliação visual da mancha de inundação gerada, podem resultar em produtos de alta relevância para estudos hidrológicos.

Paralelamente a esta questão, esse trabalho também apresentou um modelo fotogramétrico aerorestituído gerado a partir de fotografias sequenciais, obtidas a partir de uma câmera da marca Go-pro, embarcada em um helicóptero da Brigada Militar, que sobrevoou uma área de Rolante atingida por grandes cheias do Rio Mascarada. Desse modo, mostrou-se ser possível aproveitar voos de reconhecimento realizados em áreas de desastres para gerar produtos de alta qualidade que podem servir para mapeamento de áreas de risco e também identificação de pessoas que precisam de suporte imediato.

5 - REFERÊNCIAS

- AGISOFT. Agisoft Photoscan User Manual. Professional Edition, Version 1.2. 2016.
- Bandini, F.; Lopez, A.; Alonso, G.; Olesen, D.; Jakobsen, J.; Wang, S.; Garcia, M.; Gottwein, P. (2018). Unmanned aerial vehicle observations of water surface elevation and bathymetry in the cenotes and lagoons of the Yucatan Peninsula, Mexico. **Hydrogeology Journal**, p. 1-16, 2018.
- DRH/GPDEN (2017). Diagnóstico preliminar: Descritivo dos eventos ocorridos no dia 5 de janeiro de 2017 entre as regiões dos municípios de São Francisco de Paula e Rolante/RS. Porto Alegre: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA), 26 p.
- Hoffmann, H.; Nieto, H.; Jensen, R.; Guzinski, R.; Zarco, P.; Friborg, T. Estimating evaporation with thermal UAV data and two-source energy balance models, **Hydrology and Earth System Sciences**. 2016.
- JENSEN, J. R. (2009) Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Ed. Parêntese. São Paulo
- LEITÃO, J. P.; VITRY, M.; SCHEIDEGGER, A.; RIECKERMANN, J. (2016). Assessing the quality of digital elevation models obtained from mini unmanned aerial vehicles for overland flow modelling in urban areas. **Hydrology and Earth System Sciences**. DOI:10.5194, pp. 1637–1653
- LOWE, D. G. (2004). Distinctive Image Features from Scale Invariant Key points. **International Journal of Computer Vision**. DOI:10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94. pp 60-91
- LÜTHI, B; PHILIPPE, T; PEÑA, S. Mobile device app for small open-channel flow measurement. In: **Proceedings of the 7th International Congress on Environmental Modelling and Software** . 2014.
- MCCABE MF et al, (2017). The Future of Earth Observation in Hydrology. **Hydrology and Earth System Sciences**. doi:10.5194
- National Aeronautics Space Administration – NASA. Surface Water and Ocean Topography Mission (SWOT) Project: Science Requirements Document. 2016.
- Pekel, J. F.; Cottam, A.; Gorelick, N.; Belward, A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. **Nature**, 2016.
- Sivapalan, M., Takeuchi, K., Franks, S. W., Gupta, V. K., Karambiri, H., Lakshmi, V., Liang, X., McDonnell, J. J., Mendiondo, E. M., O'Connell, P. E., Oki, T., Pomeroy, J. W., Schertzer, D., Uhlenbrook, S., Zehe, E. IAHS Decade on Predictions in Ungauged Basins (PUB), 2003-2012: Shaping an exciting future for the hydrological sciences. **Hydrological Sciences Journal**. 2003.
- Tauro, F.; Olivieri, G.; Petroselli, A.; Porfiri, M.; Grimaldi, S. Flow monitoring with a camera: a case study on a flood event in the Tiber River, **Environmental Monitoring and Assessment**, 2016.