



Campos dos Goytacazes/RJ

## EVENTOS MÁXIMOS DE VAZÕES EM CATAGUASES: MAGNITUDE, CAUSAS E SOLUÇÕES

*Matheus Lima Gravino Passos <sup>1</sup>; Miguel Rocha Ricardo Oliveira <sup>1</sup>; Renan Rodrigues Campos da Silva <sup>1</sup>; Celso Bandeira de Melo Ribeiro <sup>1</sup>.*

**RESUMO** – Os eventos hidrológicos extremos não somente são caracterizados pelos eventos de escassez dos recursos hídricos. Área de grande interesse em países que desejam alcançar a segurança hídrica, também ganham cada vez mais espaço os eventos de cheias que trazem consigo, da mesma forma, grandes impactos socioeconômicos. A cidade de Cataguases, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, é marcada por diversos eventos máximos de vazões ao longo de sua história. De frequência acentuada, esses eventos nesse município são agravados por fatores como a ocupação desordenada do solo e o desmatamento. Dado o exposto, nesta pesquisa buscou-se analisar as vazões máximas da bacia de Cataguases e das suas tendências ao longo dos anos, além das suas possíveis causas e soluções, o que é imprescindível para a correta gestão dos recursos hídricos na região.

**ABSTRACT**– Extreme hydrological events are not only characterized by water scarcity events. An area of great interest in countries that wish to achieve water security, flood events are also gaining more and more space, which also bring with them great socioeconomic impacts. The city of Cataguases, located in the Hydrographic Basin of the Paraíba do Sul River, is marked by several maximum flow events throughout its history. With a high frequency, these events in this municipality are aggravated by factors such as the disorderly occupation of the land and deforestation. Given the above, this research sought to analyze the maximum flows of the Cataguases basin and its trends over the years, in addition to its possible causes and solutions, which is essential for the correct management of water resources in the region.

**Palavras-Chave** – vazões máximas, eventos críticos, análise de tendências.

### INTRODUÇÃO

Os eventos hidrológicos extremos representam grande risco para a sociedade, sendo caracterizado por secas e cheias. Existem diversas causas para esses acontecimentos, entre eles a urbanização desordenada das cidades, às mudanças do uso e ocupação do solo e as mudanças nos padrões de consumo da população (Dwarakish e Ganasri, 2015).

Não é possível determinar com exatidão a ocorrência desses acontecimentos. Assim, a previsibilidade desses eventos são propostas a partir de modelos que, de modo geral, utilizando

---

[1] Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, 36036-900, (32)2102-3419 (R.210)  
IV Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

séries históricas de vazões, de precipitações, além também de dados topográficos, torna possível a estimativa das vazões mínimas, médias e máximas, entre outros parâmetros, que nos ajudam a compreender o comportamento hidrológico em uma região de interesse.

É nesse contexto que o presente trabalho analisa determinados aspectos hidrológicos e de uso e ocupação do solo da cidade de Cataguases, Brasil, com o objetivo de identificar e caracterizar os eventos máximos de vazões ocorridos em seus limites. Tais eventos serão extrapolados para maiores tempos de recorrência, buscando a proposta de soluções, sociais e de engenharia, para tais cenários.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De clima tropical, tipificado por chuvas intensas de verão, é integrante da bacia do rio Paraíba do Sul, sendo banhado pelo rio Pomba e de afluente do ribeirão Meia Pataca. Sua sede encontra-se a 169 metros de altitude e seu ponto culminante a 1119 metros (PREFEITURA DE CATAGUASES, c2023b).

A bacia Paraíba do Sul é marcada por diversas intervenções, tendo uma forte presença de ações antrópicas como, por exemplo, o desmatamento e a ocupação desordenada do solo que acentuam os eventos hidrológicos extremos em seus limites. Assim, em Cataguases (Figura 1), tais como em outras sub-bacias do afluente Pomba, nas sub-bacias do Muriaé e nos trechos baixos da bacia Paraíba do Sul, são registradas enchentes de caráter regional, sendo ele um dos principais municípios afetados (ANA, 201-).

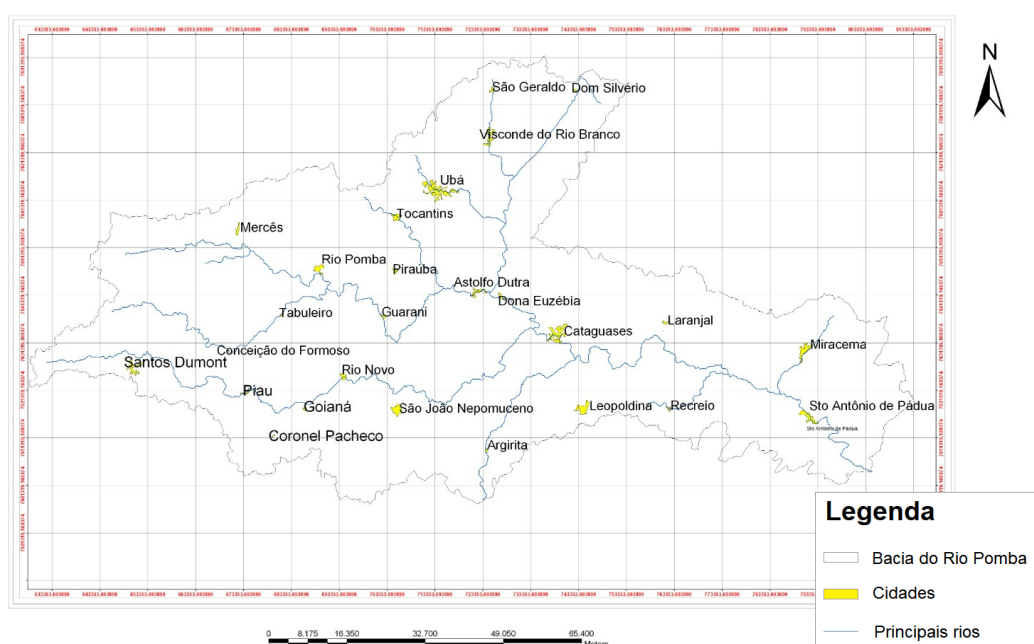


Figura 1 - Mapa de localização do limite municipal na Bacia do Rio Pomba.

## HISTÓRICO DE EVENTOS MÁXIMOS DE VAZÕES

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 201-), os registros das maiores cheias regionais, ocorridas nos rios Pomba e Muriaé, aconteceram nos anos de 1925, 1943, 1961, 1979, 1983, 1985, 1997, 2003, 2007, 2008, 2009 e 2012. Registros de eventos dessa tipologia são comuns nessas regiões, tendo cidades atingidas quase anualmente por inundações, como é o caso de Cataguases. Assim, buscando compreender as possíveis causas para a ocorrência desses eventos, de modo a abrir espaço para a conjectura de possíveis soluções, faz-se necessário a análise das informações disponibilizadas pelos órgãos e instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Utilizando-se as informações disponíveis no portal HidroWeb, disponibilizados pela ANA ([s.d.]), observamos as informações das estações fluviométricas e pluviométricas localizadas no município de Cataguases, explorando-os e analisando-os de maneira a contribuir com os objetivos aqui expostos.

### Caracterização das estações selecionadas

Os dados utilizados no presente estudo foram decorrentes da seleção de duas estações localizadas no território do município (Figura 2), sendo uma fluviométrica e uma pluviométrica, onde suas informações, quanto aos seus códigos, responsáveis e outras referências podem ser visualizadas na Tabela 1.

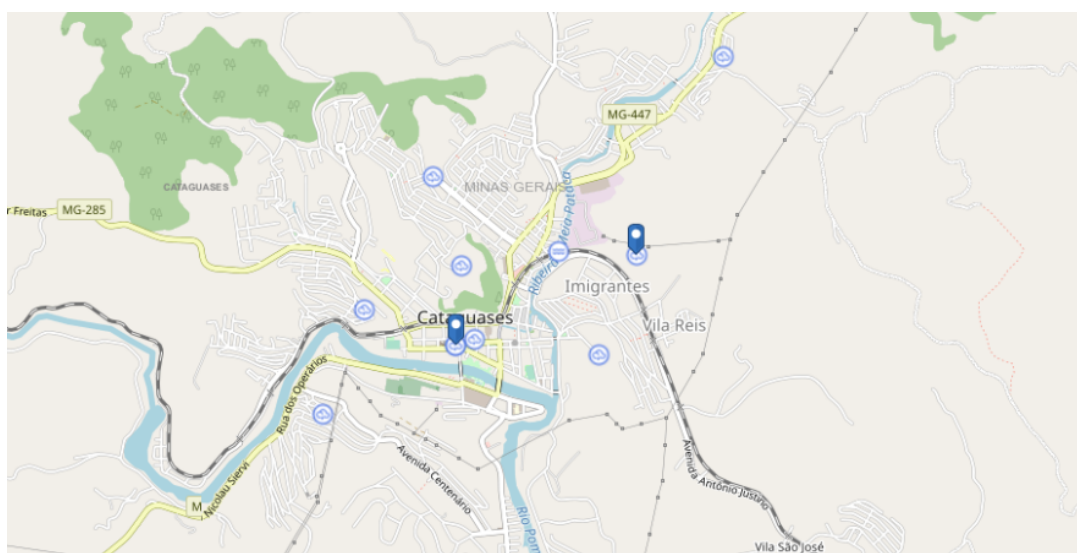


Figura 2 - Localização da estação fluviométrica (à esquerda) e pluviométrica (à direita) utilizadas.



Campos dos Goytacazes/RJ

Tabela 1 - Estações utilizadas.

Informações	Estação Fluviométrica	Estação Pluviométrica
Coordenadas	(-21,3894; -42,6964)	(-21.3833; -42,6803)
Código da estação	58770000	2142050
Rio de localização	Rio Pomba	-
Nome da estação	CATAGUASES	CATAGUASES
Operadora	CPRM	INMET
Responsável	ANA	INMET
Altitude (m)	169	168
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	5880	-

Fonte: Adaptado de ANA ([s.d.]).

## Panorama das vazões

Idealizando uma melhor avaliação dos dados das vazões máximas disponibilizadas, a Figura 2 traz consigo os dados observados dentro da série histórica correspondente à estação fluviométrica (cód. 58770000), localizada próxima à região central urbanizada da cidade. A janela temporal de medição se inicia no ano de 1934 e vai até ao ano de 2022, transmitindo uma extensa dimensão dos principais eventos ocorridos na região.



Figura 3 - Vazões da série histórica.

Os picos das vazões máximas são distribuídos de forma bem homogênea ao longo de todos os anos, sendo reflexo natural das variações de pluviosidade ao longo de suas estações, caracterizada por topos sutis quando comparadas aos pontos máximos expostos, como, por



Campos dos Goytacazes/RJ

exemplo, em 1979. Esses picos mais expressivos refletem situações que fogem da normalidade, descolando das vazões médias apresentadas, causando as cheias no município.

### Panorama das precipitações

As análises de dados de precipitação em uma bacia hidrográfica podem contribuir para uma abordagem mais completa acerca do seu comportamento hidrológico. A variação sazonal da vazão pode ser relacionada com a distribuição espaço-temporal e altura de lâminas precipitadas, assim como as condições pedo-geomorfológicas e geológicas do local (Porporato, 2011). Logo, de posse dos dados de precipitação do local a compreensão de suas vazões é atingível.

Deste modo, observou-se que, apesar de existir cerca de 10 estações pluviométricas nos contornos de Cataguases, os dados de precipitação apresentados eram muito restritos. Foi definida para a análise, uma estação de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pois essa comportava a maior série. Ainda que possuindo apenas alguns dados sequenciados de forma ininterrupta, com ela foi possível contrapor os dados de precipitação com os de vazão, obtidos anteriormente, para o ano de 1979, uma das maiores vazões registradas na cidade. Esses dados podem ser observados na Figura 3.

O período no qual os dados pluviométricos estão disponíveis dentro dessa localidade é compreendido entre os anos de 1962 e 1979. O ano de 1979, pico em destaque na imagem, foi um período marcado por diversos eventos de cheias ocorridas de forma generalizada no estado de Minas Gerais, onde Cataguases também sofreu com as suas consequências (FOLHA DE S.PAULO, 2003).

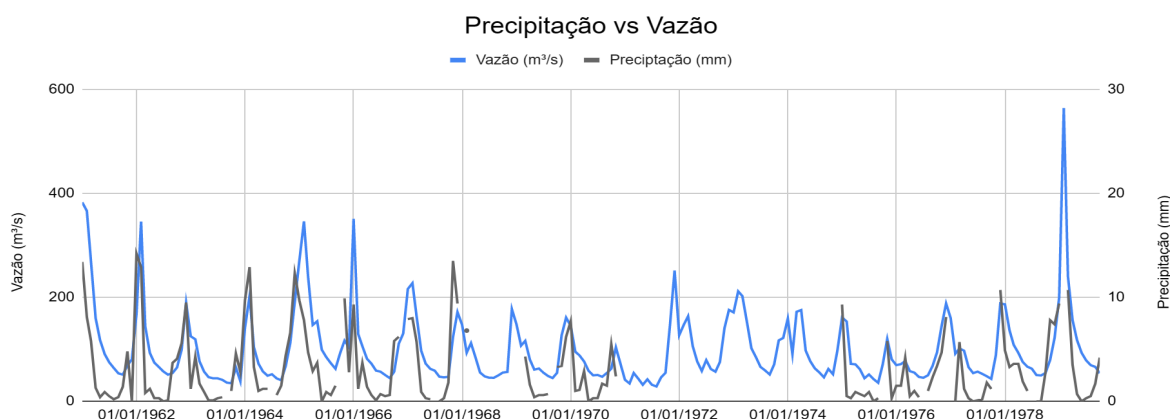


Figura 4 - Comparação entre as vazões e os dados de precipitação disponíveis.

## ESTIMATIVAS PARA AS VAZÕES MÁXIMAS

De maneira a extrapolar os dados existentes para períodos futuros, a base de dados de vazões, apresentadas anteriormente, foi inserida no SisCAH, software utilizado para análises hidrológicas (GPRH, [s.d.]). Utilizando o módulo de cálculo de vazões máximas, foi adotado uma porcentagem de perdas de 5% com um ano hidrológico iniciando no mês de setembro. O modelo de distribuição que mais se ajustou aos dados de entrada foi o Lognormal 3, sendo este utilizado para estimar as vazões para um período de 100 anos apresentados na Figura 4.

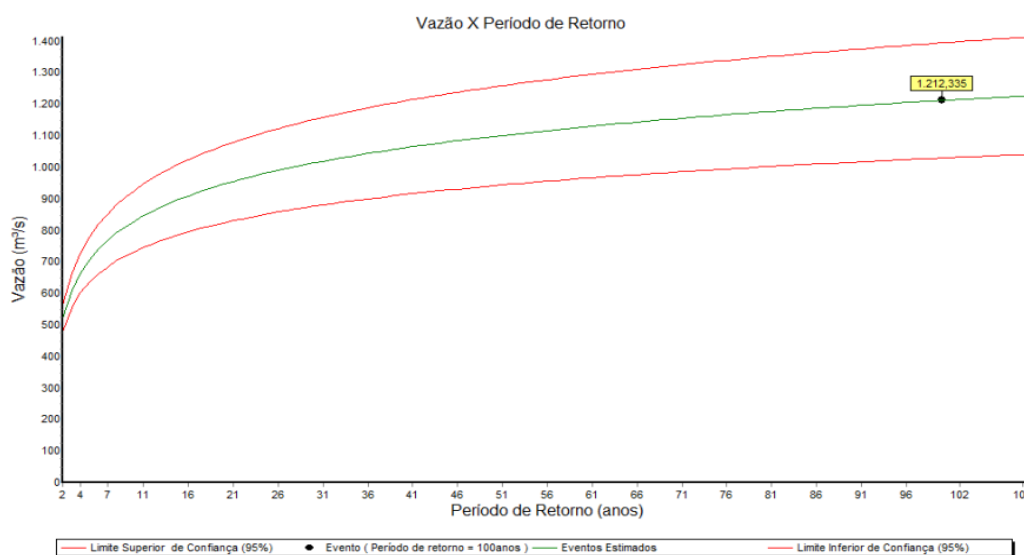


Figura 5 - Vazões para diferentes períodos de retorno.

As maiores vazões retornadas pela série histórica, de 1934 a 2021, podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - As 10 maiores vazões registradas desde 1934.

DATA	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)
04/02/1979	1204,72
03/01/2012	1147,59
18/12/2008	1019,23
19/01/1991	927,81
21/01/2003	882,65
05/01/2007	856,35



15/02/1961	853,27
14/01/1983	851,72
29/03/1951	851,04
16/01/2004	845,56

Podemos notar que, apesar de estar muito abaixo da maior vazão já registrada na série histórica, entre as 10 maiores vazões é possível observar a recorrência de vazões próximas a 850 m<sup>3</sup>/s. Além disso, destaca-se que das 5 maiores vazões 3 estão localizadas temporalmente nos últimos 20 anos, sugerindo uma intensificação dos eventos extremos e um aumento da frequência neste período de tempo.

## POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES

Como citado anteriormente, a vazão pode ser relacionada com a distribuição espaço-temporal e altura de lâminas precipitadas, assim como as condições pedo-geomorfológicas e geológicas do local (Porporato, 2011). Logo, o uso e ocupação do solo, fator com alto fator antrópico, possui uma capacidade direta de intervir nesta dinâmica, fazendo-se necessário sua análise. Deste modo, foi utilizado os dados do *MapBiomias* como recurso para essa avaliação, obtendo os resultados explícitos na Figura 5.

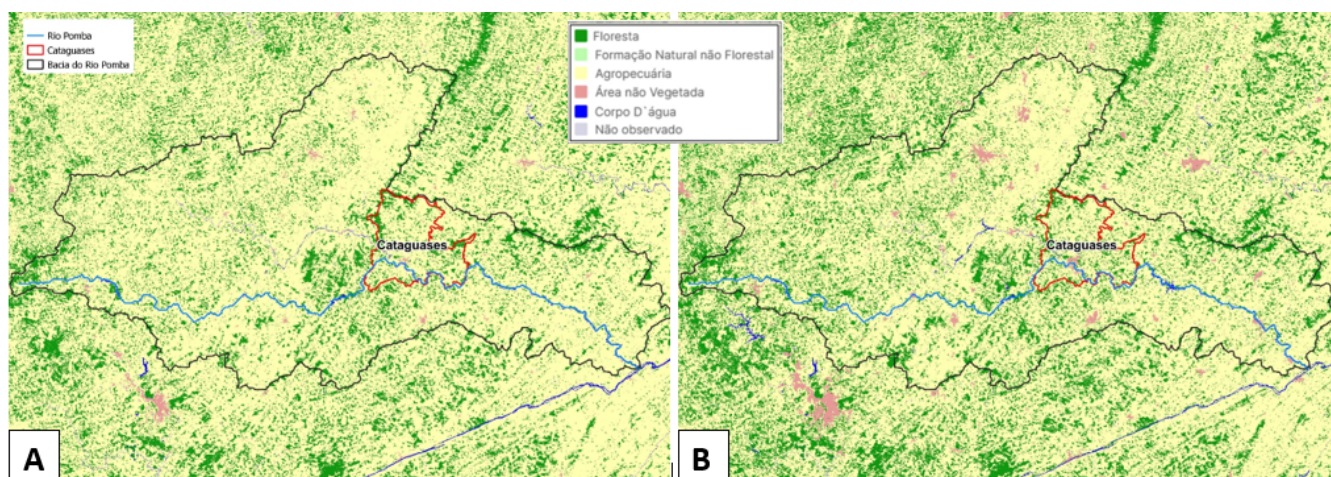


Figura 6 - Uso e ocupação do solo em a) 1985 e b) 2021 na bacia do rio Pomba a montante de Cataguases.

Ao comparar os cenários de 1895 e 2021, nota-se que o desenvolvimento da cidade foi evidente, como mostra a camada de área não vegetada correspondente também às ocupações urbanas e ligado a isso, um fato preocupante elucidado nessas imagens, foi que a expansão urbana

ocorreu especificamente em regiões próximas das nas margens do Rio Pomba, que corta a cidade. Esse tipo de ocupação geralmente está associado aos eventos de inundação, pois, as moradias acabam invadindo a calha secundária de inundação do rios, que naturalmente, ao passar dos anos, é preenchida pelas águas do rio em épocas de maiores pluviosidades.

Sendo assim, é possível observar na Figura 5 para as diferentes datas o avanço das construções nas margens do Rio Pomba. Além disso, comumente são observados em todo território nacional edificações em áreas de risco, tendo em Cataguases “[...] 1919 edificações em área suscetíveis à ocorrência de solapamentos e inundações” (Roque *et al.*, [s.d.]). Assim, através da série histórica das vazões do Rio Pomba, diversos estudos conseguem identificar as prováveis áreas que serão atingidas, como o mapa de risco de inundação apresentado na Figura 6.

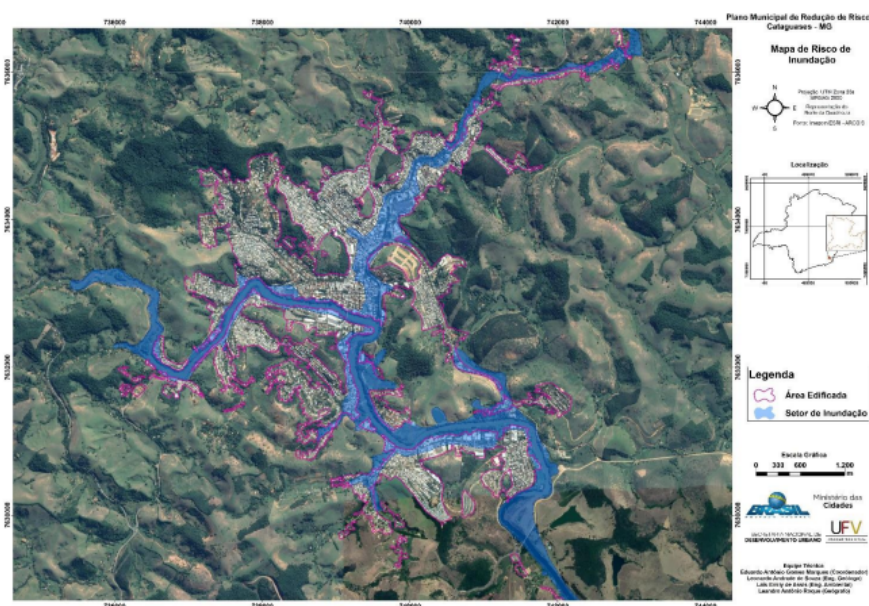


Figura 7 - Mapa de risco de inundação - Roque ([s.d.]).

Um outro aspecto importante que deve ser tratado na tentativa de obter respostas, trata-se da característica do relevo da cidade. Na Figura 7 consegue-se observar que as áreas de maiores elevações encontram-se na parte norte do município, participando pouco do território total de Cataguases. Mais ao sul o cenário é o oposto, encontrando-se os pontos mais baixos, juntamente com os vales e leitos por onde escoar toda a água, sendo justamente nessa região mais baixa e próxima dos rios, que a cidade se desenvolveu.



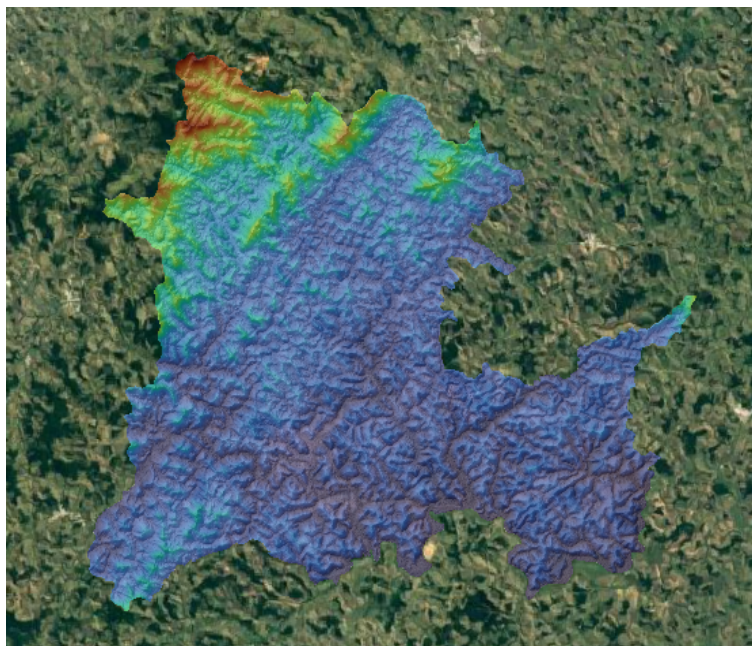


Figura 8 - Mapa hipsométrico do município de Cataguases.

Integrando o conjunto de possíveis soluções, existem as barragens de contenção de cheias. A intenção dessas estruturas é causar um efeito de atenuação nas ondas de pico, dessa forma, cria-se um reservatório que contém e regulariza a vazão a jusante. Uma outra frente, essa muito mais ampla, trata-se do aspecto educacional. Campanhas educacionais podem causar impactos tanto em termos de preservação ambiental, com a redução de queimadas e desmatamento, quanto em aspectos urbanos, como o descarte correto do lixo, a conscientização das pessoas ao não ocuparem áreas marginais aos rios, entre outros.

## CONCLUSÃO

A influência maior da vazão do rio Pomba, que cruza a cidade de Cataguases, provém da bacia de contribuição do rio Pomba a montante do município, o que é importante considerar ao avaliar os eventos hidrológicos máximos que ocorrem na região. Além disso, o aumento da região não vegetada, especialmente pelo efeito da urbanização, está associado ao aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, a maiores vazões de pico nos rios. A retirada de vegetação também propicia o assoreamento das calhas de drenagem em regiões mais planas, onde há preferência pela ocupação humana, fato esse observado no presente estudo. É destacada a importância da elaboração do Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) para minimizar os impactos causados à população em casos de eventos extremos de vazão, incluindo a implementação de sistemas de alerta



Campos dos Goytacazes/RJ

em tempo real, identificação de áreas críticas e treinamento da comunidade para proceder corretamente nessas situações.

## REFERÊNCIAS

ANA. **Estudos Auxiliares para a Gestão do Risco de Inundações - Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Disponível em: <http://gripbsul.ana.gov.br/Inundacoes.html>. Acesso em: 9 jan. 2023.

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **HIDROWEB - Sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 8 jan. 2023.

DWARAKISH, G. S.; GANASRI, B. P. Impact of land use change on hydrological systems: A review of current modeling approaches. **Cogent Geoscience**, v. 1, n. 1, 2015.

FOLHA DE S.PAULO. **Folha Online - Cotidiano - Pior enchente de Minas Gerais foi em 79**. , 17 jan. 2003. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u66816.shtml>. Acesso em: 9 jan. 2023.

GPRH. **GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos - Universidade Federal de Viçosa**. Disponível em: <https://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>. Acesso em: 9 jan. 2023.

MAPBIOMAS. **Plataforma - MapBiomass Brasil**. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 8 jan. 2023.

PORPORATO, A. Melting to the max. **Nature**, v. 470, n. 7335, p. 439–439, fev. 2011.

PREFEITURA DE CATAGUASES. **História - Prefeitura Municipal de Cataguases**, c2023a. Disponível em: <https://cataguases.mg.gov.br/o-municipio/historia/>. Acesso em: 8 jan. 2023.

PREFEITURA DE CATAGUASES. **Localização - Prefeitura Municipal de Cataguases**, c2023b. Disponível em: <https://cataguases.mg.gov.br/localizacao/>. Acesso em: 8 jan. 2023.

ROQUE, L. A. et al. Elaboração do plano municipal de redução de riscos em Cataguases (MG), Brasil. **16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**. [s.d.].