

ANÁLISE DAS CHUVAS EXTREMAS EM FRANCISCO BELTRÃO (PR) ENTRE 1976 E 2023

Marina Sória Castellano ¹
André Luiz de Souza Celarino ²
Gustavo Armando Pilger ³

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

O clima é dinâmico e, intrínseco a cada sistema climático, está a variabilidade natural que independe da ação humana (FERRARI, 2012). Inserido no conceito de variabilidade, estão os eventos usuais - aqueles que ocorrem com mais frequência e que são, portanto, mais facilmente assimilados socialmente - e os eventos extremos - referentes a desvios em relação ao padrão habitual (DUARTE e NÓBREGA, 2015).

Os eventos extremos têm um alto potencial em deflagrar impactos negativos à sociedade (PENNEY e WIEDITZ, 2007), sejam na esfera econômica, ambiental ou social. Assim, tais eventos podem, muitas vezes, estar atrelados à ocorrência de desastres de natureza hidrometeorológica, como inundações. Os desastres podem ser entendidos como eventos calamitosos que causam grandes prejuízos, sendo assim considerados apenas se o fator humano estiver envolvido (TOBIN e MONTZ, 1997). Este tema é importante, especialmente num cenário mundial de mudanças climáticas, que pode agravar episódios excepcionais (IPCC, 2023).

Francisco Beltrão (PR), município localizado no Sudoeste do Paraná, cresceu às margens do Rio Marrecas (FARIAS, 2019) e, assim, tem sofrido, ao longo de mais de 60 anos de ocupação, com alagamentos, enxurradas e inundações. Segundo a Coordenadoria Estadual de Proteção de Defesa Civil do Paraná (2024), entre 15/12/1980 e 28/10/2023 (período disponível para consulta), foram registradas 11 ocorrências de alagamentos, 14 de enxurradas e 11 de inundações no município, sendo que em 4 episódios, foi declarada situação de emergência.

¹ Docente dos cursos de Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus Francisco Beltrão, marina.castellano@unioeste.br

² Docente de Geografia do Instituto Federal do Paraná (IFPR), campus Quedas do Iguaçu, andre.celarino@ifpr.edu.br

³ Graduando do curso de Licenciatura em Geografia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus Francisco Beltrão, gustavo_pilger@outlook.com

Assim, o objetivo deste trabalho é levantar, para um período de 48 anos (1976 a 2023), os dias em que ocorreram chuvas extremas para Francisco Beltrão (PR), analisando possíveis tendências ao longo do tempo, como forma de auxílio para a gestão municipal. O trabalho se justifica, pois, compreender a dinâmica, a periodicidade e eventuais padrões com que os eventos extremos de chuva acontecem em Francisco Beltrão é uma importante ferramenta que pode dar subsídio às tomadas de decisão, que podem melhorar a qualidade de vida da população que é afetada direta ou indiretamente por estes episódios.

METODOLOGIA

Optou-se por fazer a análise deste artigo numa escala diária, com o intuito de identificar limiares com potencial para causar danos à sociedade (DUARTE e NÓBREGA, 2015). Desta forma, foram levantados dados diários de precipitação entre 1976 e 2023, da estação meteorológica de Francisco Beltrão (PR), gerenciada pelo Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR) do governo do estado do Paraná.

Para a definição dos limiares considerados extremos para Francisco Beltrão, os dados foram organizados em planilha e os dias em que ocorreram eventos extremos associados ao excesso de chuva, identificados pela técnica dos quantis (XAVIER *et al.*, 2007), utilizada para a definição de classes de excepcionalidade. Um quantil de ordem p (definido para $0 < p < 1$) é um valor numérico que secciona a distribuição em duas partes, com probabilidades p à esquerda desse quantil teórico, e $1-p$ à direita, onde os valores acima e abaixo do estabelecido por um dado quantil perfazem 100,0%.

Os valores de extremos foram estabelecidos para cada mês, referente ao percentil de 95,0% (Quadro 1), levando-se em conta a série histórica de 48 anos.

Quadro 1: Valores de extremos diários para cada mês do ano (mm)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P 95,0%	47,6	48,0	47,1	65,2	70,4	55,0	49,9	42,6	52,4	65,3	50,4	52,2

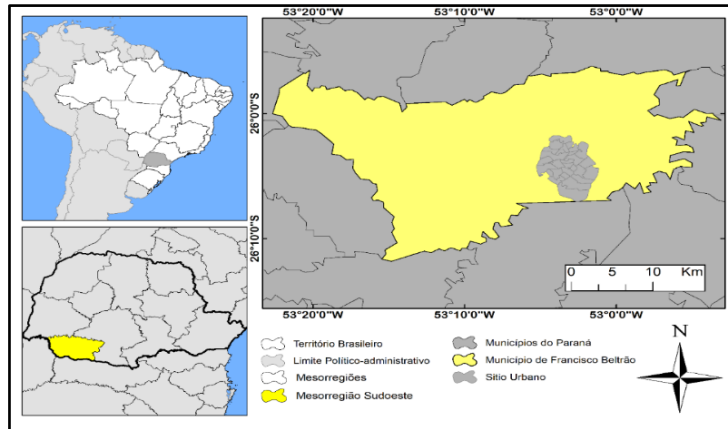
Elaboração: Castellano (2024)

A partir da definição dos limiares do que é considerado extremo, foram contabilizadas as quantidades de dias em que ocorreram eventos extremos de precipitação no município. A análise foi feita para 5 períodos: 1976 a 1985, 1986 a 1995, 1996 a 2005, 2006 a 2015 e 2016 a 2023. Apesar dos períodos não terem o mesmo número de anos (os

4 primeiros têm 10 anos e o último, 8), optou-se por fazer a análise de forma segmentada, a fim de facilitar a compreensão para períodos menores do que os 48 anos da série.

O município de Francisco Beltrão está situado no sudoeste do Paraná (Figura 1) e tem uma população de aproximadamente 96.666 mil habitantes (IBGE, 2022).

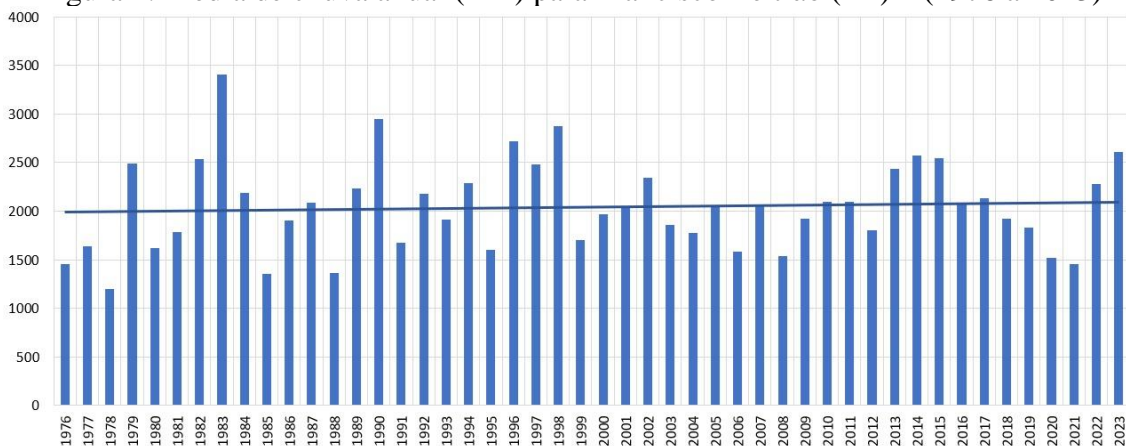
Figura 1: Localização de Francisco Beltrão (PR)



Fonte: Oliveira e Castellano (2018).

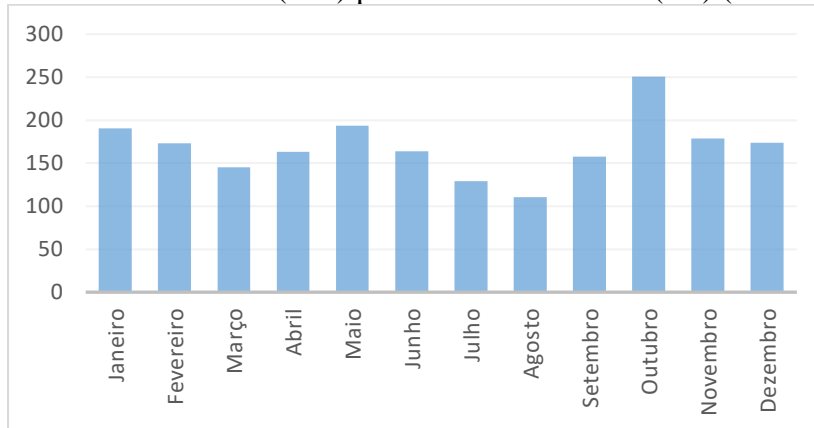
O município está na região subtropical e, pela classificação climática de Köppen, o clima é Cfa, com temperaturas elevadas no verão e invernos sujeitos a geadas (FARIAS, 2019). A região Sudoeste é a que tem maiores volumes de chuva anuais do Paraná e a precipitação média anual de Francisco Beltrão é de aproximadamente 2.000 mm (NITSCHKE *et al.*, 2019) (Figura 2), distribuídos de forma homogênea ao longo do ano (Figura 3).

Figura 2: Média de chuva anual (mm) para Francisco Beltrão (PR) – (1976 a 2023)



Elaboração: Pilger (2024). Fonte: Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR)

Figura 3: Média de chuva mensal (mm) para Francisco Beltrão (PR) (1976 a 2020)



Elaboração: Castellano (2024). Fonte: Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período analisado (1976 a 2023), foram identificados 353 dias com chuvas extremas, o que corresponde a aproximadamente 2,0% do total. O número de dias com chuvas excepcionais para cada período e a porcentagem em relação ao total estão mostrados na Tabela 1.

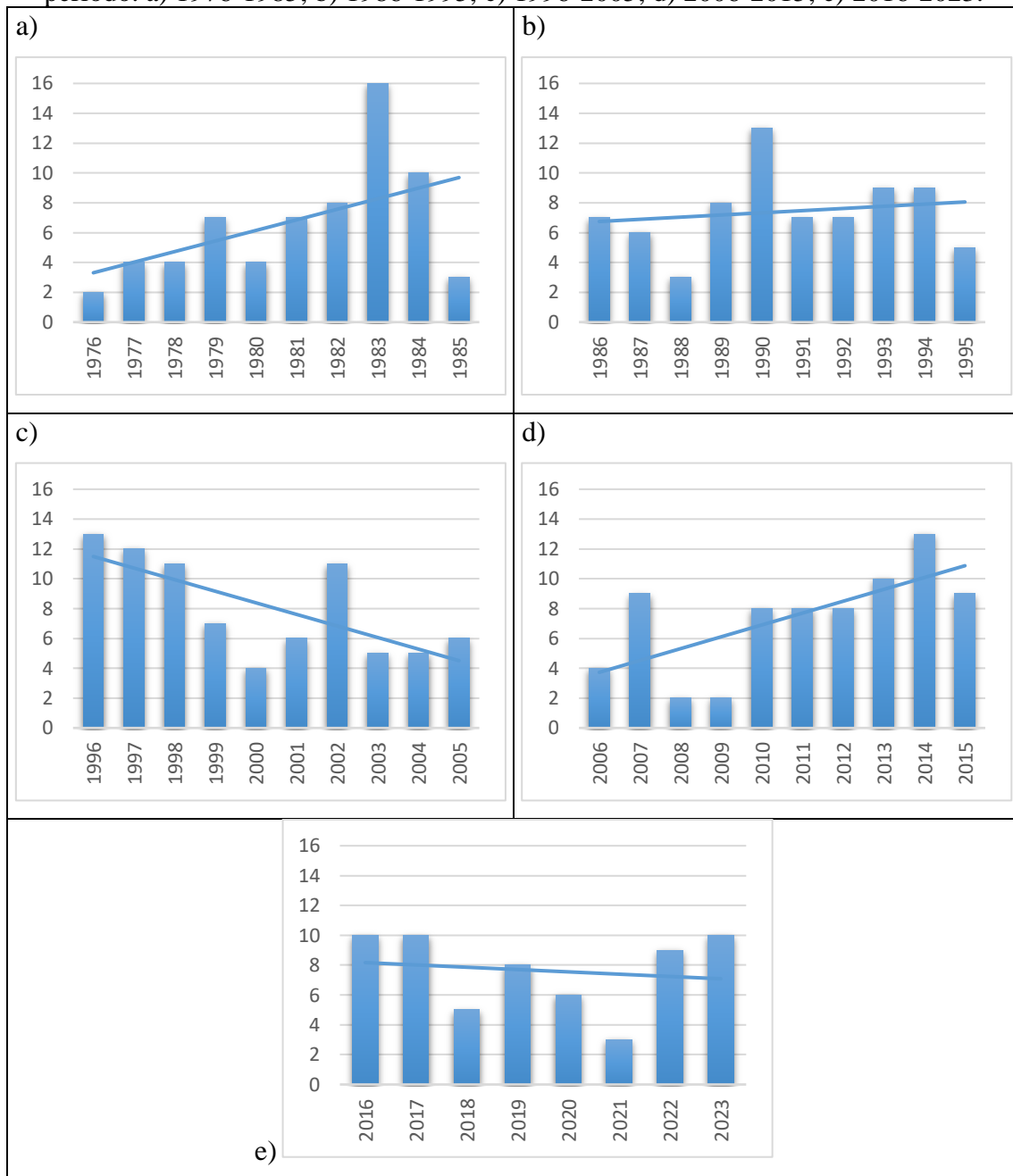
Tabela 1: Dias com chuvas extremas por período para a Francisco Beltrão (PR)

Períodos	Dias com chuvas extremas	Percentual
Período 1: 1976-1985	65	1,7%
Período 2: 1986-1995	74	2,0%
Período 3: 1996-2005	80	2,2%
Período 4: 2006-2015	73	2,0%
Período 5: 2016-2023	61	1,6%

Elaboração: os autores

As distribuições dos dias com chuvas extremas e as linhas de tendência para cada um dos períodos, estão na Figura 4:

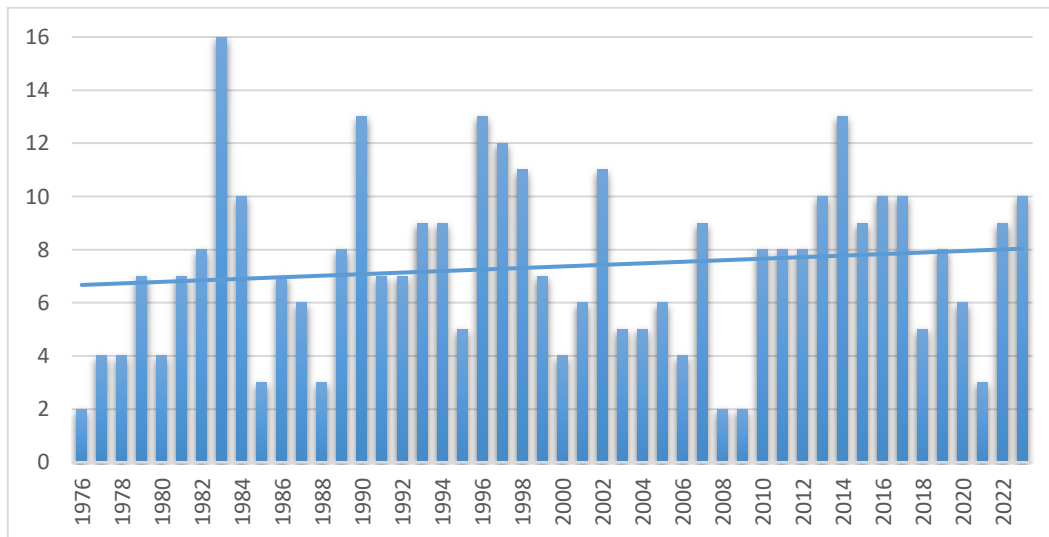
Figura 4: Número de dias com chuvas extremas para Francisco Beltrão (PR) por período. a) 1976-1985; b) 1986-1995; c) 1996-2005; d) 2006-2015; e) 2016-2023.



Elaboração: Castellano (2024). Fonte: Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR)

É possível perceber, a partir da análise da Figura 4, que os períodos apresentaram tendências distintas. Enquanto os períodos 1, 2 e 4 tiveram tendência de aumento na quantidade de dias com chuvas extremas, os períodos 3 e 5 apresentaram tendência de diminuição. Para o período total (1976 a 2023), a linha de tendência mostra aumento na quantidade de dias com eventos extremos de chuva para o período (Figura 5).

Figura 5: Quantidade de dias com chuvas extremas em Francisco Beltrão (PR) entre 1976 e 2023



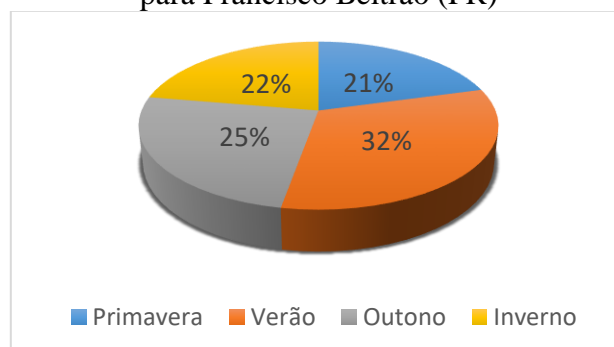
Elaboração: Castellano (2024). Fonte: Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR)

É possível notar, nas Figuras 2 e 5, que 1983 foi o ano que registrou a maior quantidade de dias de eventos extremos (16) e também o maior volume de chuvas da história da série (próximo a 3500 mm). Esse ano, em que ocorreu um El Niño muito forte, é bastante lembrado pelos moradores do município, uma vez que registrou a maior inundação da história de Francisco Beltrão (PEGORARO, 2022).

Os anos com o menor número de dias com eventos extremos foram 2008 e 2009. Neste período houve ocorrência do fenômeno La Niña e, embora estes anos não sejam os menos chuvosos da série, ambos apresentaram volumes abaixo da média (Figura 2).

Em relação à distribuição sazonal, as porcentagens de dias com chuvas extremas de acordo com as estações do ano estão na Figura 6.

Figura 6: Porcentagem de dias com chuvas extremas de acordo com as estações do ano para Francisco Beltrão (PR)



Elaboração: Castellano (2024).

Nota-se que a maioria dos eventos ocorreu no verão (32%), seguido do outono (25%), do inverno (22%) e da primavera (21%). Janeiro foi o mês com maior quantidade de dias com chuvas extremas (36) e também aquele que, historicamente, apresenta maior média mensal de chuva (Figura 3), possivelmente por conta das chuvas convectivas relacionadas a temperaturas elevadas no verão. Agosto foi o mês com a menor quantidade de dias com chuvas extremas (22) e também aquele com menor média mensal para a série histórica (Figura 3). Entender tal dinâmica é importante, pois, embora as quantidades de dias não tenham sido tão discrepantes entre os meses citados (22 em agosto e 36 em janeiro), compreender os meses com maior propensão a registrar eventos extremos com excesso de chuva pode ser essencial para a tomada de decisão em esfera municipal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este resumo apresenta como os extremos de chuva têm se distribuído ao longo das últimas décadas em Francisco Beltrão (PR). Nesse sentido, a análise mostra que, ao considerarmos a série histórica disponível (1976 a 2023), houve tendência de aumento, ao longo do tempo, na quantidade de dias em que foram registradas chuvas diárias consideradas excepcionais pela técnica dos quantis.

É importante enfatizar que este trabalho foca apenas na análise qualitativa da quantidade de dias com eventos extremos no período supracitado. Tal metodologia permite verificar a tendência de aumento ou diminuição nos eventos de chuvas extremas, todavia, não é possível analisar se os montantes têm aumentado ou diminuído ao longo do tempo, sendo necessário, para este fim, lançar mão de outras técnicas estatísticas que não foram contempladas neste trabalho. Pretende-se, futuramente, aprofundar a análise com intervalos de extremos e possíveis tendências nos mesmos períodos aqui definidos.

De qualquer maneira, compreender que os eventos excepcionais estão aumentando em termos de frequência ao longo do tempo é importante como alerta para possíveis ações por parte da gestão pública municipal, em especial para Francisco Beltrão, que tem sofrido com alagamentos, enxurradas e inundações ao longo de sua história.

Palavras-chave: Precipitação; Excepcionalidade; Sudoeste do Paraná; quantis.

REFERÊNCIAS

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE DEFESA CIVIL DO PARANÁ. Disponível em: https://geodc.geo.pr.gov.br/geodc/pages/templates/initial_public.jsf?windowId=ce0#1. Acesso em junho de 2024.

FARIAS, A. S. de. **Inundações urbanas em Francisco Beltrão/PR: riscos e vulnerabilidades socioambientais**. 2019. 273 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

DUARTE, C. C.; NÓBREGA, R. S. Análise climatológica e dos eventos extremos de chuva no município de Ipojuca, Pernambuco. **Revista de Geografia (UFPE)**, v.32, n. 2, p. 158-176, 2015.

FERRARI, A. L. **Variabilidade e tendência da temperatura e pluviosidade nos municípios de Pirassununga, Rio Claro, São Carlos e São Simão (SP): Estudo sobre mudança climática de curto prazo em escala local**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>. Acessado em junho de 2024.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019.

OLIVEIRA, D. R. M. de.; CASTELLANO, M. S. Repercussões de chuvas extremas em Francisco Beltrão (PR) entre 2014 e 2016. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 2018, Juiz de Fora (MG). **Anais [...]**, Juiz de Fora, 2018. p. 1070-1079.

PEGORARO, I. Há 39 anos, a maior enchente da história de Francisco Beltrão. **Jornal de Beltrão**: Francisco Beltrão, 21 mai 2022.

PENNEY, J. e WIEDITZ, I. **Cities Preparing for climate change. A Study of six urban region**. Toronto: The Clean Air Partnership, 2007.

TOBIN, G.A; MONTZ, B.E. **Natural Hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, 1997. 388p.

XAVIER, T. de M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; ALVES, J. M. B. **Quantis e eventos extremos. Aplicações em Ciências da Terra e Ambientais**. Fortaleza: RDS, 2007.