



Check for updates

Relação entre a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Irani, localizada no oeste de Santa Catarina, região Sul do Brasil e a cobertura vegetal das biomas Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica

Abstract: *The growing demand for water use worldwide linked to deforestation and population growth can cause a significant increase in conflicts of use. The objective of this work is to understand the drought period in terms of the flow for the year 2019 in the municipality of Chapecó and to identify in an initial exploratory way the relationships between the vegetation cover of the Amazon, Pantanal, and Mata Atlântica Biome with data from a fluviometric station West of Santa Catarina, southern Brazil. Using vegetation cover data from Map Biomes, data from the Barca do Irani fluviometric station, and data from the conventional meteorological station in Chapecó, the Rô de Spearman correlation was performed using the Minitab 18® software. The data of average monthly flow were arranged in a graph of a combination of bars and lines. The analysis of flow data from the Barca Irani fluviometric station demonstrated that the Irani River has undergone a recent drought period. The data of the average annual absolute minimum flows of the Barca Irani fluviometric station presented a moderate positive correlation about the data of vegetation cover in the Amazon biome ($r = 0.507$) as well as the Pantanal biome ($r = 0.494$). The water availability in the studied fluviometric station may be influenced by the humidity coming from the evapotranspiration of the Amazon rainforest, coming through the Low-Level Jets, which may be directly impacting the local precipitation.*

Pedro Cardoso de Sales Filho ^{1,A}; Adriano Vitor²; Michel Nobre Muza ²; Carla Claudino¹

1 Discente do Programa em Clima e Ambiente do do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

2 Docente do Programa em Clima e Ambiente do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

a - contato: pedro.csf@edu.aluno.ifsc.br

1. Introdução

É sabido a importância da água para o consumo humano, industrial, produção agrícola e pecuária. A crescente demanda deste recurso no âmbito mundial atrelado ao desmatamento das florestas e ao crescimento populacional pode provocar um aumento significativo dos conflitos de uso. As demandas criadas pelas aglomerações nas cidades geram severas consequências ao meio ambiente e conseqüentemente a toda população. Grande parte dos insumos extraídos ou produzidos para atender essas necessidades têm sua origem nos ambientes naturais ou em ambientes que dependem desses recursos.

As mudanças climáticas associadas ao aumento de temperatura decorrentes do desmatamento e da poluição de ecossistemas podem agravar a escassez de água e ameaçar a segurança alimentar, desencadeando fluxos populacionais de migração aumentando os conflitos sociais e políticos (KELLEY et al. 2015). As ações antrópicas concretizam mudanças nas características ambientais e ciclo vital, sendo a utilização dos recursos hídricos de extrema importância para a sobrevivência do ser humano (ESTEVES, 1988). De acordo com dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2016) as florestas ocupam 1/3 da superfície terrestre. A cobertura vegetal está intimamente relacionada ao clima e a quantidade de água disponível nas bacias hidrográficas, e essas relações podem abranger escalas locais, regionais e continentais (ELLISON et al., 2017).

Segundo a teoria da bomba biótica as florestas impulsionam o transporte das chuvas do oceano para o interior do continente, a partir da linha costeira, através da circulação

atmosférica. A umidade evaporada da condensação da cobertura florestal, também conhecida como evapotranspiração, cria regiões de baixa pressão que atraem o ar úmido dos oceanos, gerando ventos predominantes capazes de transportar a umidade e sustentar precipitações por grandes distâncias (MAKARIEVA; GORSHKOV, 2007).

Os Jatós de Baixos Níveis – JBN são responsáveis pelo transporte de umidade da região amazônica em direção ao sudeste e sul do Brasil. São formados pela convergência dos ventos alísios e do escoamento do setor oeste da Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS. A convergência é resultado da barreira da Cordilheira dos Antas (MARENGO et al., 2004).

De acordo com Van der Ent et al. (2010) 70% das chuvas sobre a bacia do Rio da Prata são originárias da evapotranspiração da Floresta Amazônica. Fearnside (2004) explica que a quantidade de água na forma de vapor, que entra na Amazônia vinda do oceano atlântico através dos Jatós de Baixos Níveis, é cerca de 10 trilhões de m³/ano, enquanto a vazão do rio Amazonas na foz é em torno de 6,6 trilhões m³/ano, a diferença que resulta em cerca de 3,4 trilhões m³/ano é exportada em sua maior parte para a região centro-sul do Brasil.

Em geral, o estado de Santa Catarina é heterogêneo em termos climáticos, caracterizado por diferentes regimes de precipitação e contraste térmico entre as estações (REBOITA et al. 2010). O oeste de Santa Catarina é caracterizado por ter ar seco e apresentar poucas nuvens, grande parte do volume de chuva na região ocorre através do fenômeno denominado Baixa do Chaco (MONTEIRO; MENDONÇA, 2014, p. 5-6).

Santa Catarina é dividida em três grandes regiões hidrográficas, a do Paraná e do Uruguai que vertem para o interior, mas especificamente para a Bacia do Rio da Prata e do Atlântico Sul que verte para o Oceano Atlântico. A nível das principais bacias hidrográficas do Estado, Santa Catarina subdivide-se em 10 regiões hidrográficas (SANTA CATARINA, 1998).

Diante do exposto, propõe-se compreender o período de estiagem em termos de vazão para o ano de 2019 no município de Chapecó e identificar de maneira exploratória inicial as relações entre a cobertura vegetal do Bioma Amazônia, Pantanal e Mata-Atlântica com dados de uma estação fluviométrica do Oeste de Santa Catarina, região Sul do Brasil.

2. Metodologia

A área de estudo compreende o rio Irani, localizado no município de Chapecó - SC, inserido na bacia do Rio Uruguai, bem como os biomas Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica. Os dados de vazão foram obtidos pelo Hidroweb da Agência Nacional das Águas - ANA. A estação selecionada é denominada Barca Irani e está inserida no Rio Irani, Sub-Bacia 73 – Rios Uruguai, Chapecó e Outros, Bacia 7 – Rio Uruguai. Na Tabela 1 constam os demais dados da referida estação.

Tabela 1. Dados das estações fluviométricas da ANA, localizadas na Bacia hidrográfica 7 – Rio Uruguai, Sub-bacia 73 – Rio Uruguai, Chapecó e Outros, inserida no Estado de Santa Catarina.

Cód. Estação	Nome da Estação	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km ²)	Município
73350000	Barca Irani	-27,1656	-52,5228	1500	Chapecó

Fonte: Autores, 2020

Os dados de precipitação do município de Chapecó foram obtidos através da estação convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação é denominada Chapecó, e foi desativada no ano de 2017. Demais dados são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados da estações meteorológica do INMET, localizada no município de Chapecó, inserido no Estado de Santa Catarina.

Cód. Estação	Nome da Estação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Município
83883	Chapecó	27,135665	-52.662931	654	Chapecó

Fonte: Autores, 2020

A base de dados de cobertura vegetal dos biomas Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica utilizada é referente às estatísticas da Coleção 5.0 do programa Map Biomas. Esses dados de área são gerados por algoritmos que realizam a classificação de uso e ocupação do solo, através de pixels de imagens da série Landsat pela plataforma do Google Earth Engine. Os dados podem ser obtidos no sítio <<https://mapbiomas.org/estatisticas>>. Através da função SOMASES do software excel, somou-se todas as áreas em hectare dos biomas citados correspondente a cada tipo de ocupação do solo.

A análise para fins de comparação foi feita entre os dados de vazão média mensal de 1969 a 2020 e dados de de vazão média mensal de 2019 e 2020. Para os mesmos anos observou-se também as vazões mínimas absolutas mensais. Os dados de vazão foram rearranjados em gráfico de combinação de barras e linhas.

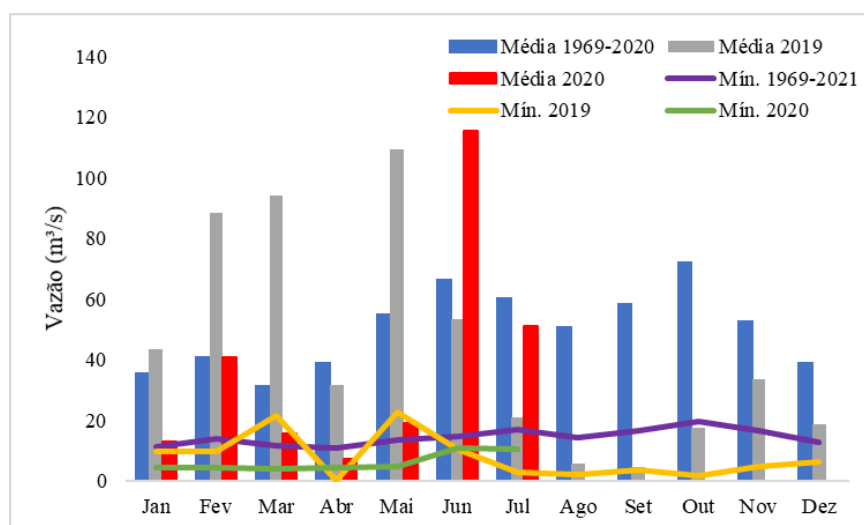
As variáveis deste estudo são: cobertura vegetal do bioma Amazônia (FT – AM), cobertura vegetal do bioma Pantanal (FT – PN), cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica (FT – MAT), evaporação do piche – EVP, insolação – INS, precipitação – PREC, umidade relativa do ar - URAR e vazão média mínima absoluta anual - Q MAA.

O teste de normalidade realizado nos dados anuais de cobertura vegetal dos biomas, vazões médias mínimas absolutas anuais e dados meteorológicos, foi o de Anderson Darling. Outliers foram retirados pelo teste de Grubbs. A correlação utilizada foi a de Rô de Spearmam. Todos os testes estatísticos foram realizados no Minitab 18®.

3. Resultados e Discussão

A análise dos dados de vazão da estação fluviométrica Barca Irani, demonstra que o Rio Irani passou por um período de estiagem recente. As anomalias de vazão negativas podem ser identificadas a partir de junho de 2019 perdurando até maio de 2020 (Figura 1).

Figura 1. Vazão mensal (em m^3/s) da estação fluviométrica Barca Irani, código 73350000. As barras em azul, cinza e vermelho correspondem às vazões médias mensais para o período de 1969 – 2020, 2019 e 2020 respectivamente. As linhas referem-se aos mínimos absolutos da série histórica para o período analisado.



Para as variáveis estudadas no período 1985 a 2019, a média das vazões mínimas absolutas mensais por ano e precipitação acumulada anual apresentaram normalidade pelo teste de Anderson-Darling, com $p\text{-valor} > 0,05$, as demais variáveis não apresentaram normalidade dos dados. As variáveis insolação, precipitação e umidade relativa do ar apresentaram outliers, que foram retirados. A correlação R^2 de Spearman demonstrou haver uma forte correlação positiva entre a cobertura vegetal no bioma Amazônia e no bioma Pantanal ($r = 0,997$), o mesmo não foi observado para o bioma Mata Atlântica. Os dados das médias vazões mínimas absolutas anuais da estação fluviométrica Barca Irani apresentaram correlação moderada positiva em relação aos dados de cobertura vegetal no bioma Amazônia ($r = 0,507$) bem como do bioma Pantanal ($r = 0,494$).

Destacam-se as correlações de moderada a forte entre as variáveis de precipitação e vazão média mínima absoluta anual ($r = 0,681$), e precipitação e umidade relativa do ar ($r = 0,728$). É importante enfatizar que mesmo havendo correlação entre os dados de vazão e a cobertura vegetal do bioma Amazônia e Pantanal, e vazão e precipitação, não se verificou correlação entre os dados de cobertura vegetal dos biomas e precipitação no município de Chapecó. Na Tabela 3 consta o resultado estatístico das correlações entre as variáveis estudadas.

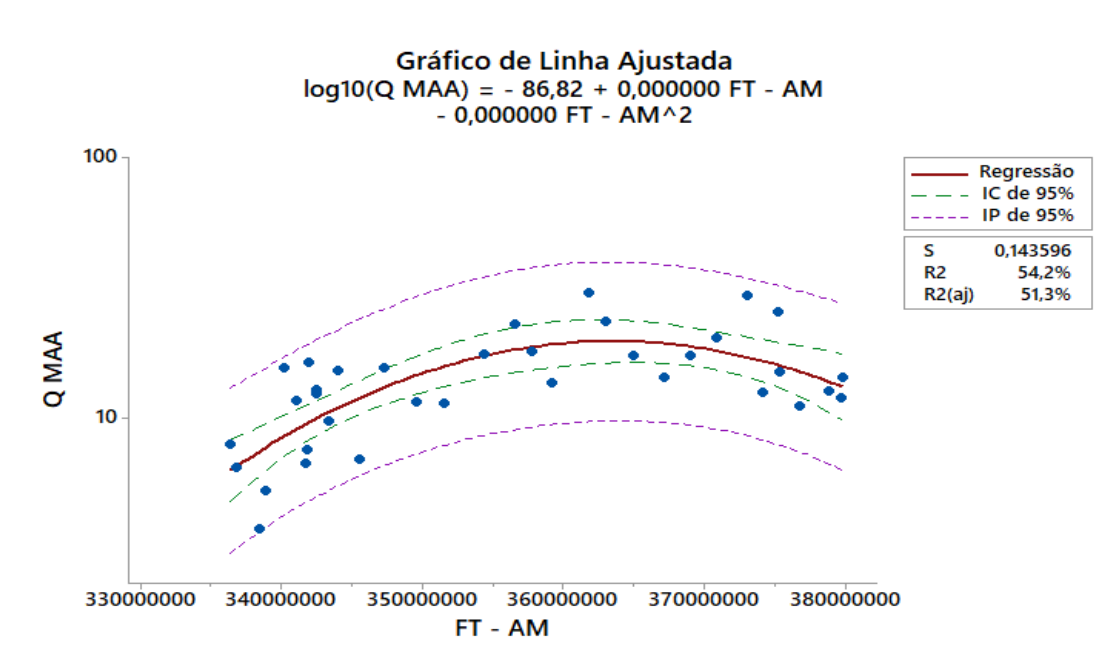
Tabela 3. Correlação Rô de Spearman entre as variáveis analisadas.

	<i>FT - AM</i>	<i>FT - MAT</i>	<i>FT - PN</i>	<i>Q MAA</i>	<i>EVP</i>	<i>INS</i>	<i>PREC</i>
<i>FT - MAT</i>	-0,378						
	0,025						
<i>FT - PN</i>	0,997	-0,374					
	0,000	0,027					
<i>Q MAA</i>	0,507	-0,588	0,494				
	0,002	0,000	0,003				
<i>EVP</i>	-0,162	0,059	-0,148	-0,211			
	0,369	0,746	0,411	0,239			
<i>INS</i>	-0,301	0,092	-0,274	-0,516	0,655		
	0,095	0,615	0,129	0,003	0,000		
<i>PREC</i>	-0,028	-0,173	-0,037	0,681	-0,204	-0,307	
	0,882	0,351	0,845	0,000	0,272	0,093	
<i>URAR</i>	-0,418	0,006	-0,404	0,276	-0,185	-0,019	0,728
	0,017	0,975	0,022	0,126	0,312	0,916	0,000

Conteúdo da Célula
Rô de Spearman
Valor-p

O gráfico de linha ajustada exposto na Figura 2 demonstra haver relação da variável *Q MAA* e *FT - AM*. O modelo apresenta um valor de R^2 de 54,2% e um valor de *S* relativamente baixo, indicando haver correlação moderada entre a cobertura florestal no bioma Amazônia e os dados de vazão na estação fluviométrica Barca Irani.

Figura 2. Gráfico de linha ajustada para a cobertura vegetal do bioma Amazônia e vazões médias mínimas absolutas da estação fluviométrica Barca Irani, localizada em Chapecó-SC.



4. Conclusão

Demais variáveis locais, como a demanda da água e uso e ocupação do solo a montante da estação fluviométrica podem estar impactando de forma mais significativa na vazão. No entanto este trabalho tem o intuito de identificar os impactos da vegetação dos biomas, que possam estar influenciando na disponibilidade hídrica do Oeste Catarinense.

As análises preliminares demonstram correlação, mesmo que moderada, entre as vazões mínimas absolutas anuais, resultante das médias mensais, com a cobertura vegetal do bioma Amazônia e Pantanal. A disponibilidade hídrica na estação fluviométrica estudada pode estar sendo influenciada pela umidade proveniente da evapotranspiração da floresta Amazônica, vinda através dos Jatós de Baixos Níveis, e que podem estar impactando diretamente na precipitação local.

5. Referências

ANA - Agência Nacional das Águas. Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em 12 de nov. 2020.

ELLISON, D.; MORRIS, C. E.; LOCATELLI, B.; et al. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, v. 43, p. 51-61, 2017.

ESTEVES, Francisco de Assis. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

FAO. *Global Forest Resources Assessment 2015: How Are the World's Forests Changing*. 2ª edição. FAO: Rome, 2016.

FEARNSIDE, P.M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje* 34(203):

p. 63-65, 2004.

KELLEY, C.P.; MOHTADI, S.; CANE, M.A.; et al. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, v. 112, n. 11, p. 3241-3246, 2015.

MARENGO, JA, WR SOARES, C. SAULO, E.M. NICOLINI. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP–NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. *J. Climate*, 17 , 2261–2280, 2004.

MAKARIEVA, A. M.; GORSHKOV, V. G. Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. 2007. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, European Geosciences Union, p. 1013-1033, 2007.

MONTEIRO, M. A.; MENDONÇA, M. Dinâmica atmosférica no estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M. L. de P. (org.). *Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010. 2º edição atualizada e revisada*. Florianópolis, SC: Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina, Cadernos Geográfico, 2014. p. 5-12.

Projeto MapBiomias – Coleção 5.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em <<https://mapbiomas.org/estatisticas>>. Acesso em 12 de nov. 2020.

SANTA CATARINA. LEI Nº 10.949, DE 09 DE NOVEMBRO DE 1998. Dispõe sobre a caracterização do Estado em dez Regiões Hidrográficas. Publicada no D.O.SC. Florianópolis, 1998.

VAN DER ENT, Rudi J. et al. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, v. 46, n. 9, 2010.