



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

ADRIANE FRANCO DA SILVA
DEYVSON PEREIRA AZEVEDO

**ANALISE COMPARATIVA DA VAZÃO DO RIO MADEIRA ANTES E DEPOIS DA
OPERAÇÃO DA UHE SANTO ANTÔNIO**

TUCURUÍ- PA
2021

ADRIANE FRANCO DA SILVA
DEYVSON PEREIRA AZEVEDO

**ANALISE COMPARATIVA DA VAZÃO DO RIO MADEIRA ANTES E DEPOIS DA
OPERAÇÃO DA UHE SANTO ANTÔNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental, na Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara.

TUCURUÍ- PA
2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

F825a Franco da Silva, Adriane.
ANALISE COMPARATIVA DA VAZÃO DO RIO
MADEIRA ANTES E DEPOIS DA OPERAÇÃO DA UHE
SANTO ANTÔNIO / Adriane Franco da Silva, Deyvson Pereira. —
2021.
32 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental, Tucuruí, 2021.

1. Alterações hidrológicas. 2. Amazônia. 3. Hidrelétrica. 4.
Rondônia. 5. SisCAH. I. Título.

CDD 620

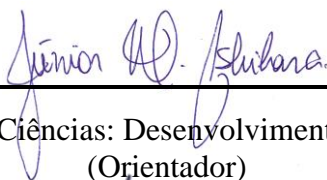
ADRIANE FRANCO DA SILVA
DEYVSON PEREIRA AZEVEDO

**ANALISE COMPARATIVA DA VAZÃO DO RIO MADEIRA ANTES E DEPOIS DA
OPERAÇÃO DA UHE SANTO ANTÔNIO**

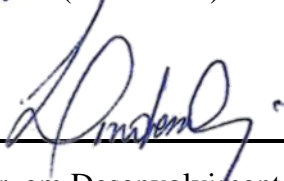
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental, na Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará.

DATA DE APROVAÇÃO: 28/05/2021

BANCA EXAMINADORA



Junior Hiroiyuki Ishihara, Dr. em Ciências: Desenvolvimento Socioambiental (NDAE/UFPA)
(Orientador)



Lindemberg Lima Fernandes, Dr. em Desenvolvimento Socioambiental (ITEC/UFPA)
(Examinador externo)



Raynner Menezes Lopes, Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (CAMTUC/UFPA)
(Examinador interno)

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é resultado de uma longa caminhada, da qual diversas pessoas foram singularmente importantes, tanto no contexto educacional como na área pessoal. Entre estes quero agradecer:

A Deus por ser o orientador maior de minha existência.

Aos meus avós, que sempre me ensinaram boas lições de vida.

Aos meus pais Armínio Soares Azevedo e Deuza Maria Pereira Azevedo que não mediram esforços para me apoiar, me dando amor e carinho. Sou eternamente grato.

Aos meus irmãos que sempre estiveram presentes quando precisei de apoio. Ao meu orientador Professor Doutor Junior Hiroyuki Ishihara que, com sua paciência e sabedoria me orientou de maneira clara para a conclusão desse trabalho.

Aos meus colegas, principalmente a Adriane Franco, com quem formei dupla para realizar essa tarefa. Espero que continuemos juntos em outras empreitadas.

A Universidade do Federal do Pará (UFPA) por me proporcionar uma gama de conhecimentos.

A Dona Benedita que contribuiu e cuidou de mim. Aos que não mencionei obrigado pela compreensão.

Deyvson Pereira Azevedo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo, certa de que sem Ele nada seria e nada poderia fazer.

Aos meus pais Francisco Alves da Silva (*in memoriam*) e Marizete Sanches Franco por todo amor, carinho, por sempre acreditarem em mim e estarem ao meu lado, meus grandes exemplos.

As minhas irmãs Aline Franco e Diana Franco por todo companheirismo.

Aos meus professores da FAESA, em especial ao meu orientador Prof^o Dr. Junior H. Ishihara, por todo incentivo, oportunidades e aprendizados que me proporcionou durante esse curso.

Aos meus colegas de graduação, especialmente ao Deyvson Pereira Azevedo parceiro na realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Pará que me proporcionou a realização deste curso de graduação.

E a todos os meus amigos que estiveram ao meu lado em diversos momentos, muito obrigada.

Adriane Franco da Silva

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da UHE Santo Antônio, no município de Porto Velho, Rondônia.	11
Figura 2. Box plot de vazões médias anuais (m^3/s) da bacia do Rio Madeira..	14
Figura 3. Vazões médias mensais para os dois períodos (1968-2011) e (2012-2019).....	15
Figura 4. Vazões máximas de cada mês ao longo dos dois períodos (1968-2011) e (2012-2019)..	16
Figura 5. Vazões mínimas de cada mês ao longo dos dois períodos (1968-2011) e (2012-2019).	17
Figura 6. A) estimativa da vazão mínima em função do tempo de retorno, distribuição Weibull, para o período antes da operação da UHE Santo Antônio (1968-2011). B) estimativa da vazão mínima em função do tempo de retorno, distribuição Logpearson 3, para o período pós operação da UHE SA (2012-2019).....	18
Figura 7. Curvas de permanência para a série histórica completa e para os períodos pré e pós operação da UHE SA.	19

SUMÁRIO

Abstract	7
Resumo	8
Introdução	8
Metodologia	10
<i>Área de estudo</i>	10
<i>Base de dados</i>	12
<i>Análise de dados</i>	12
Resultados e discussões	13
<i>Hidrograma</i>	13
<i>Antes e depois da UHE</i>	15
<i>Vazões mínimas de referência</i>	17
<i>Curvas de permanência</i>	19
Conclusão	20
Referências	21
Apêndice 1 – Normas editoriais	24

ANALISE COMPARATIVA DA VAZÃO DO RIO MADEIRA ANTES E DEPOIS DA OPERAÇÃO DA UHE SANTO ANTÔNIO

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FLOW OF THE MADEIRA RIVER BEFORE AND AFTER THE OPERATION OF HPP SANTO ANTÔNIO

Adriane de Oliveira Franco^{1*}
Deyvson Pereira Azevedo¹
Junior Hiroyuki Ishihara²

Abstract

Based on the debate on the influence of flow regularization from the installation of Hydroelectric Plants in rivers, this article aims to analyze the behavior of the flow downstream of the Santo Antônio Hydroelectric Plant, located in the Amazon, and to identify possible changes in the hydrological regime, comparing the scenarios after the plant's operation (post-operation period) and the natural regime (pre-operation period). For this purpose, fluvimetric data from the National Water Agency (ANA) were used, and as changes analyzed based on the reference flows Q7,10, Q50, Q90 and Q95, in addition to maximum and averages calculated with the help of the SisCAH 1.0 software. Possibly, because it was projected at run-of-river, the results showed small changes in the fluvimetric regime after the operationalization of the HPP, when compared to the behavior in plants with large reservoirs. Among the main changes found, we can highlight the increase in average flows, caused by atypical flows in the period, as occurred in 2014, in addition to the reduction in Q95 ($\pm 4.8\%$) and the increase in Q50 ($\pm 13\%$), which may be related to the low capacity of regularization of the HPP, combined with the highly seasonal behavior of the combination in the basin. In this sense, it is recommended that future work be carried out, analyze what are the possible impacts of these changes, both from a socio-environmental point of view, as well as an economic one for the region.

Key Words: Amazon, Hydroelectric, Hydrological changes, Rondônia, SisCAH.

¹ Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil.

² Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, Universidade Federal do Pará.

*Autor para correspondência: Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA), Universidade Federal do Pará – UFPA, rodovia BR 422 km 13 – Canteiro de Obras UHE - Vila Permanente, Tucuruí - PA, 68464-000. Brasil. Email: adriane franco4@gmail.com

Resumo

Baseado no debate sobre a influência da regularização da vazão a partir da instalação de Usinas Hidrelétricas em rios, este artigo tem como objetivo analisar o comportamento das vazões à jusante da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, situada na Amazônia, e identificar possíveis alterações no regime hidrológico, comparando os cenários posterior a operação da usina (período pós operação) e o regime natural (período pré operação). Para tanto, foram utilizados dados fluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA), e as alterações analisadas com base nas vazões de referência $Q_{7,10}$, Q_{50} , Q_{90} e Q_{95} , além de máximas e médias calculadas com auxílio do software SisCAH 1.0. Possivelmente, por ter sido projetada à fio d'água, os resultados apontaram pequenas alterações no regime fluviométrico após a operacionalização da UHE, quando comparado ao comportamento em usinas com grandes reservatórios. Dentre as principais alterações encontradas, pode-se destacar o aumento das vazões médias, ocasionadas por vazões atípicas do período, como a observada em 2014, além da redução da Q_{95} ($\pm 4,8\%$) e o aumento na Q_{50} ($\pm 13\%$), podendo estar relacionado à baixa capacidade de regularização da UHE, aliado ao comportamento altamente sazonal da precipitação na bacia. Neste sentido, recomenda-se que trabalhos futuros sejam realizados, visando analisar quais os possíveis impactos dessas alterações tanto do ponto de vista socioambiental, quanto econômico para a região.

Palavras Chave: Alterações hidrológicas, Amazônia, Hidrelétrica, Rondônia, SisCAH.

Introdução

Por muitos anos, tanto no Brasil como no resto do mundo, a energia hidráulica vem sendo uma das principais formas de produção de energia. Além de ser um fator histórico de desenvolvimento da economia brasileira, desempenha um papel importante no desenvolvimento das regiões mais distantes dos grandes centros urbanos e industriais. O potencial hidráulico do Brasil, estimado em 260 GW, figura entre os cinco maiores do mundo (Mensah *et al.*, 2016). Somente os empreendimentos hidrelétricos (UHEs, PCHs e CGHs) são responsáveis, em termos de potência, por aproximadamente 104,5 GW (63,3%) da matriz instalada no país (SIGA, 2020).

A Região hidrográfica amazônica possui uma área aproximada de 3.870.000 km² em território Nacional (Santos, 2014), com disponibilidade hídrica de 73.748 m³/s, vazão média de 132.145 m³/s, vazão específica de 34,1 L/s/ km² (ANA, 2012), especificamente, a sub-bacia formada pelos rios Amazonas, Madeira e Guaporé, representam aproximadamente oito por cento de todo o potencial hidrelétrico brasileiro (ANA, 2007). Por apresentar grande disponibilidade hídrica, com vultosos rios, a Amazônia tem sido alvo de instalações de UHEs, que consequentemente têm causado vários impactos socioambientais (Santos *et al.*, 2017; Progênio *et al.*, 2019; Gallardo *et al.*, 2017; Fearnside, 2019). Para Rodrigues *et al.* (2020), os órgãos ambientais devem estabelecer um controle e fiscalização com o maior rigor possível com o fortalecimento do tripé do desenvolvimento sustentável (meio ambiente, sociedade e economia), não permitindo que o crescimento econômico fique descontroladamente a frente do desenvolvimento social e ambiental.

Na década de 70 iniciaram as construções de hidrelétricas nessa região hidrográfica. Atualmente, no Rio Madeira, está em operação a Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, projetada para gerar 3.150 MW, com um reservatório de 271 km² (Santos, 2014) e a Usina de Jirau que localiza-se a 130 km a montante de Santo Antônio, com capacidade instalada de 3.300 MW, queda de 16,6 m e área de inundação de 258 km². Os empreendimentos se caracterizam por alta energia firme, devido a regularização natural do rio, sem uso de regularização pelo reservatório, bom retorno econômico, menor área inundada, com pequena relação área inundada por MW gerado pelo empreendimento (Tucci, 2007).

Este trabalho buscou abordar o contexto da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, visto que, sua operação provocou inundações com reflexos nos processos ambientais e na organização socioeconômica e cultural da população local (França e Mendonça, 2015; Coelho *et al.*, 2014; Pereira *et al.*, 2016), entretanto, a nota técnica da ANA N^o 100/2006, que trata da “reserva de disponibilidade hídrica para os aproveitamentos hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, localizados no Rio Madeira”, afirma que as vazões dos aproveitamentos de Jirau e Santo Antônio são adequadas, pois, as condições gerais de operação a fio d’água apresentam vazões defluentes iguais às vazões afluentes. Contudo, para Coelho *et al.* (2014), quando ocorre uma intervenção de grande intensidade, como é o caso das construções de barragens em um corredor fluvial, há o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio, alterando seu sistema lótico (correntezas), passando a ser um sistema com características lênticas (ou de águas semi paradas) no reservatório mesmo que operando no modelo “fio d’água”.

Diversos estudos vêm contribuindo nesse sentido, dentre os quais, o de Mariani *et al.* (2013) que realizou um prognóstico da qualidade da água do reservatório da UHE Santo Antônio no rio Madeira, comparando dados observados durante o monitoramento limnológico intensivo do período de enchimento e estabilização do reservatório, e os valores prognosticados por meio da modelagem matemática. Os resultados mostraram que os valores médios observados de Oxigênio Dissolvido (OD) se mantiveram sempre superiores a 3,0 mg/L, considerado um valor de referência para a manutenção da biota aquática desse ecossistema. Entretanto, a bacia hidrográfica do Madeira é uma grande produtora e transportadora de sedimentos, apresentando valores médios de retenção de sedimentos pelos barramentos na ordem de 17%, o que pode indicar que o rio ainda busca a estabilidade no período pós barramento (Castro, 2019).

Muitos processos dependem do comportamento sedimentológico e hidrológico da bacia e entendê-los permite avaliar a degradação do solo, prever assoreamentos em reservatórios e analisar a qualidade de água para abastecimento (Castro *et al.*, 2018). Mudanças drásticas na dinâmica do corpo hídrico, além de causarem doenças a população, provocam alteração no índice de sinuosidade do rio, tanto a montante como a jusante da barragem (Coelho *et al.*, 2014). Exemplo disto, ocorreu com o comportamento atípico de cheia do rio Madeira, no ano de 2014, em Porto Velho (RO), que provocou um acentuado aumento de casos de leptospirose (Franca e Mendonça, 2015).

De acordo com Barbosa *et al.* (2015), ao realizarem um levantamento batimétrico do Rio Madeira na área urbana de Porto Velho, após a cheia histórica de 2014, observaram profundidades próximas de 60,0 m, em cotas baixas (setembro/2014), quando antes a profundidade máxima, em cotas altas (março/2012), não passava de 30,0 m. O monitoramento do transporte de sedimentos é outro processo-chave, por ser determinante na manutenção ecológica (Bernini, 2016). As variações na carga em suspensão inserido no contexto do complexo hidroelétrico do Madeira demonstra-se sensível a forma geométrica dos canais, sendo estes, associados a processos morfológicos já existentes, influenciado pela barragem, acentuando a dinâmica do fluxo sedimentar (Marques, 2018).

Apesar do seu principal objetivo ser gerar energia elétrica, os empreendimentos hidrelétricos podem e devem, quando necessário, exercer o controle de cheias (Mori, 2016). Estudos que identificam mudanças no comportamento do corpo hídrico, com o objetivo de garantir as condições mínimas de manutenção de ecossistemas aquáticos, mostram que a construção de usinas hidrelétricas altera os níveis e vazões ao longo do rio principal, diminuem a menor oxigenação, e proporcionam o aumento de nutrientes (Tucci, 2007; Cunha, 2013; Pereira *et al.*, 2013). Tais vazões têm sido chamadas de residuais, remanescentes, ecológicas e ambientais, e, estão sendo cada vez mais necessárias na gestão sustentável dos recursos hídricos, a maior parte das metodologias para determinar a vazão ecológica foi desenvolvida na segunda metade do século XX, algumas no início deste século, classificadas em quatro tipos: hidrológicas, hidráulicas, habitat e holísticas (Longhi e Formiga, 2011).

As metodologias hidrológicas utilizam séries temporais de vazões diárias ou mensais para fazer recomendações sobre a vazão ecológica a adotar, geralmente elas fixam um percentual da vazão natural do curso de água em questão para representar a vazão ecológica. No Brasil, as técnicas utilizadas em diversos estudos para determinação de vazões ecológicas em rios resumem-se aos métodos hidrológicos, sendo mais específico o método da vazão $Q_{7,10}$, adotando-se como vazão ecológica uma fração deste valor referencial, utiliza-se também metodologias hidráulicas, principalmente o método da curva de permanência, no qual a vazão ecológica é uma fração da Q_{90} (vazão associada à permanência de 90% no tempo), ou da Q_{95} (vazão associada à permanência de 95% no tempo), essas vazões mínimas de referências são as principais balizadoras de licenças ambientais, outorga de direito de usos das águas e autorizações de intervenção hidráulica. (Longhi e Formiga, 2011; Cunha, 2013; Von Sperling, 2014; Cavalcante *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2019).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar o comportamento da vazão a jusante da Usina Hidrelétrica Santo Antônio e identificar alterações no regime hidrológico, comparando-se os cenários antes e depois da instalação da barragem.

Metodologia

Área de estudo

O Rio Madeira é o principal afluente da margem direita do Rio Amazonas, sendo formado pela confluência dos rios Beni e Mamoré, ambos com nascente na cordilheira dos Andes (Kipnis *et al.*, 2013). A bacia do Rio Madeira possui área de drenagem de 1.420.000 km² ocupando territórios da Bolívia (51%), Brasil (42%) e Peru (7%). A vazão média da bacia é de 31.704 m³/s, que corresponde a cerca de 15% da descarga líquida total do rio Amazonas (Júnior *et al.*, 2015).

A bacia possui clima do tipo equatorial, com temperatura média anual entre 24 e 26°C na planície Amazônica (Rodriguez *et al.*, 2017). O relevo da bacia possui muitas variações, desde grandes altitudes dos cumes da cordilheira andina (6000 metros), e vales profundos até a planície Amazônica (500 metros). Além disso, o rio Madeira é classificado como rio de águas brancas devido aos formadores andinos (Andrade, 2008).

Recentemente, o Rio Madeira vem passando por grande alteração em sua dinâmica, decorrente da construção do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira, composto pelas hidrelétricas de Santo

Antônio e Jirau (Santos *et al.*, 2015). A UHE Santo Antônio está instalada no Rio Madeira (Figura 1), no estado de Rondônia, nas coordenadas geográficas 8°48'4,0" S e 63°56'59,8" W (Fearnside, 2015). De acordo com Tucci (2007), este empreendimento situa-se a 10 km a montante de Porto Velho, com capacidade instalada de 3150 MW, queda de 16 m e 271 km² de área de inundação.

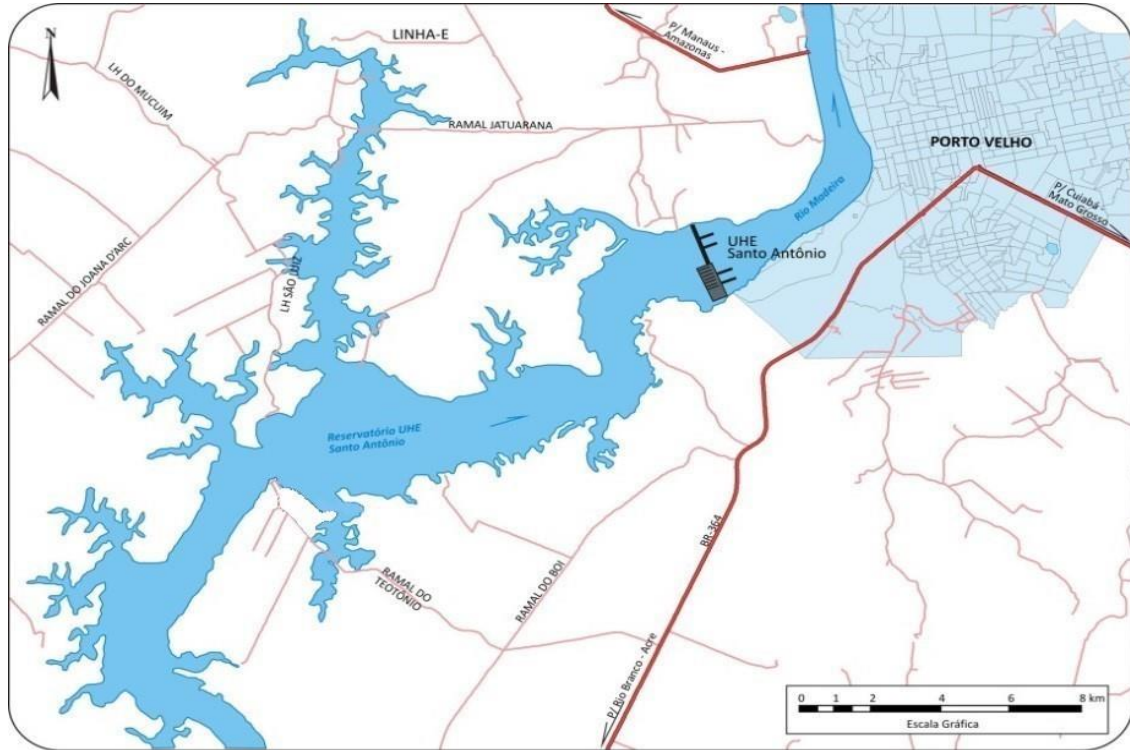


Figura 1. Localização da UHE Santo Antônio, no município de Porto Velho, Rondônia. Fonte: adaptado de Cavalcante e Pujol (2018).

A UHE Santo Antônio foi projetada para operar a fio d'água, com turbinas do tipo bulbo, possibilitando reservatórios menores do que os utilizados em barragens tradicionais de armazenamento (Fearnside, 2014). Teve início da operação em 30 de março de 2012, sendo administrada pela empresa Santo Antônio Energia (SAE), com energia distribuída para os estados de Rondônia e Acre via linha dedicada e para o restante do Brasil pelo sistema interligado nacional (SAE, 2020).

Base de dados

Os dados fluviométricos utilizados nesta pesquisa foram obtidos da rede Hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizados no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), portal que reúne dados de vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos (ANA, 2020). Deste modo, foi realizado um levantamento preliminar das estações da área de estudo, tendo como critério de seleção os postos localizados à jusante do empreendimento hidrelétrico e com séries históricas disponíveis correspondente aos períodos antes e depois da operação da barragem. As informações das estações selecionadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Estações fluviométricas utilizadas no estudo. Fonte: Produção dos autores (2020).

Código	Nome	Rio	Responsável	Coordenadas		Período de dados consistidos disponível
				Latitude	Longitude	
15400000	Porto Velho	Madeira	ANA	-8.7483	-63.9169	1967 - 2014
15390000	Uhe Santo Antônio Porto Velho	Madeira	Santo Antônio	-8.7481	-63.9158	2009 - 2019

As estações fluviométricas estão localizadas próximas uma da outra, como observado na tabela 1, à uma distância de aproximadamente 8 km do barramento, em um local com a ausência de afluentes. Sendo assim, para efeito deste estudo, admitiu-se que a vazão das duas estações são aproximadamente a mesma.

Análise de dados

Foi considerado o ano civil (janeiro a dezembro) para análise das séries históricas, a fim de garantir a independência dos valores amostrais de vazão, como recomendado por Tucci (2000). De posse dos dados, foram definidos os períodos pré e pós operação da barragem da UHE Santo Antônio, sendo eles: (1) janeiro de 1968 a dezembro de 2011, correspondente a antes da operação (código ANA: 15400000); (2) janeiro de 2012 a dezembro de 2019, após o início da operação (código ANA: 15390000). Optou-se pela utilização de duas estações próximas para caracterizar cada período, como observado na tabela 1, visto que a estação Porto Velho possuía apenas três anos de dados consistidos para análise do período pós-UHE. Cabe ressaltar que os dados utilizados são consistidos, ou seja, aqueles que passaram por uma análise prévia da ANA para a eliminação de falhas e para assegurar, em parte, a sua homogeneidade (Mendes e Junior, 2019). Sendo assim, não apresentaram limitações para o presente estudo, com exceção da exclusão do ano de 1967 devido os dados de vazões estarem incompletos.

Após esta etapa, foram obtidas as vazões máximas (anuais), médias (anuais, mensais e longa duração) e mínimas com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$). Para estimativa das vazões $Q_{7,10}$, foram testadas as distribuições de Pearson 3, Logpearson 3, Lognormal 2, Lognormal 3 e Weibull. Essas distribuições também foram utilizadas no estudo de Souza *et al.* (2012) que verificaram qual distribuição melhor se adaptava às vazões mínimas de uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal, Brasil, concluindo que para aquela localidade a de Logpearson 3 obteve melhor ajuste. Além disso, no presente estudo foi elaborado um hidrograma de vazões médias anuais de acordo com os períodos pré-definidos para análise.

Posteriormente, foram obtidas as vazões associadas às curvas de permanência de 50% (Q_{50}), 90% (Q_{90}) e 95% (Q_{95}), que representam a parcela de tempo que determinada vazão é igualada ou superada durante o período em análise (Pereira *et al.*, 2014). Para isto, as séries históricas de vazões diárias são organizadas em ordem decrescente e determina-se a frequência (f_i) associada a cada valor de vazão pela Equação 1, conforme descrito por Sousa (2009).

$$f_i = \frac{N_{qi}}{NT} \cdot 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo:

N_{qi} = número de vazões de cada intervalo; e
NT = número total de vazões.

Justifica-se a análise das vazões mínimas, tal como a $Q_{7,10}$, pois são as principais balizadoras no que se refere a licenças ambientais, avaliação de impacto ambiental de obras hidráulicas, além de ser um parâmetro de disponibilidade hídrica muito utilizado em processos de outorga (Longhi e Formiga, 2011, Luiz *et al.*, 2013).

O Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH 1.0) foi uma ferramenta utilizada para avaliar o comportamento das vazões nos períodos pré e pós operação. O SisCAH 1.0 é um software desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo estruturado em uma série de módulos que permitem a realização do pré-processamento dos dados, preenchimento e extensão de séries, obtenção de vazões máximas, mínimas e médias, além da obtenção de curva de permanência e de regularização de vazões (Sousa, 2009). Deste modo, a partir dos resultados obtidos, foram avaliadas as possíveis alterações das vazões à jusante da UHE Santo Antônio sobre a vazão ecológica do Rio Madeira, sendo apresentados por meio de gráficos e tabelas à critério de comparação.

Resultados e discussões

Entender o comportamento da vazão em UHEs permite aperfeiçoar a governança sobre os recursos hídricos, compatibilizando interesses dos diversos segmentos da sociedade com a gestão de agências reguladoras. Com este propósito, foi realizada, neste estudo, análise do padrão de distribuição das vazões mensais a jusante em todo o período, antes e depois da operação da UHE Santo Antônio, assim como as vazões mínimas de referência e vazões anuais de cada mês.

Hidrograma

Para compreender o comportamento fluviométrico à jusante da UHE SA, foi elaborado um gráfico Box Plot (Figura 2) considerando cinco períodos hidrológicos distintos, definidos com base na divisão feita por Castro (2019), o autor considerou para a definição dos períodos a média, desvio padrão e o coeficiente de variação. Os períodos são: 1 (1968-1972), 2 (1973-1982), 3 (1983-2001), 4 (2002-2011) e 5 (2012-2019).

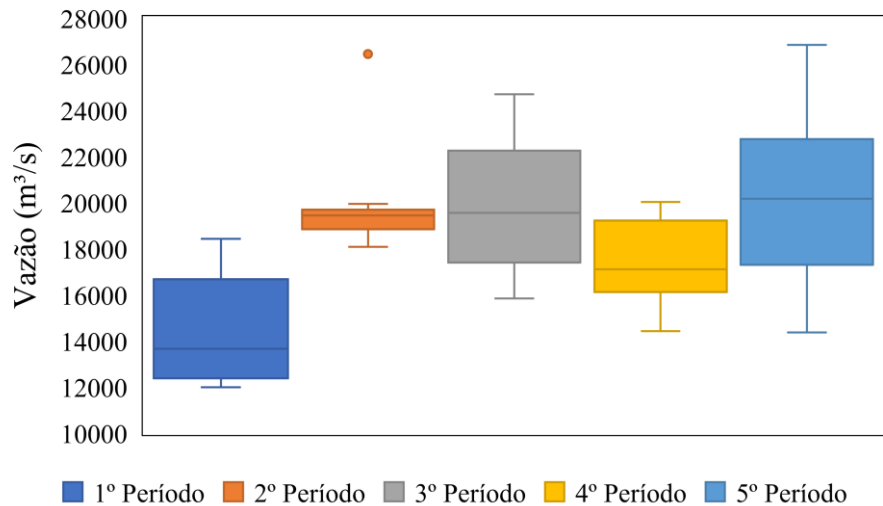


Figura 2. Box plot de vazões médias anuais (m³/s) da bacia do Rio Madeira. Fonte: elaboração dos autores (2021).

Na análise do gráfico box plot foi realizada uma comparação entre os quartis, medianas e máximos e mínimos de cada período em estudo. Na análise do primeiro período percebe-se que 50% dos dados estão entre 12.377,45 m³/s e 16.669,84 m³/s, registrando os menores valores de vazão em relação aos demais períodos.

Nota-se no segundo período, a presença de um valor extremo (outlier), com valor acima do limite superior estabelecido. Este valor corresponde a um evento atípico ocorrido em 1982, apresentando vazão média igual a 26.428,7 m³/s, valor coincidente com a segunda maior vazão registrada na série histórica de dados. Na análise realizada por Andrade (2008) sobre o comportamento pluviométrico da bacia do rio madeira entre 1978 e 1998, foi confirmada a influência do fenômeno El Niño, entre eles o de 1982-1983, apresentando tanto casos de déficit hídrico como de excesso de precipitação em determinadas regiões da bacia.

Entre os períodos pré operação da UHE SA, o terceiro apresentou maior discrepância do primeiro e segundo períodos e proximidade com os resultados do quinto período ou pós operação da UHE SA tanto em relação a magnitude como em relação as medianas. Segundo Castro (2019) esse período apresenta indicies de vazão alto em relação ao primeiro e segundo período, com presença de períodos (anos) de seca 1986-1990, em muitas regiões da Amazônia, as chuvas desse período foram insuficientes para repor a umidade extraída do solo durante a estação seca, nos anos de 1991 a 1993 apresentou um fluxo relevante de vazão, ou seja, períodos de eventos extremos de precipitação.

A vazão mínima do quarto período foi inferior as observadas no segundo e terceiro período, com magnitude de aproximadamente 14.400,00 m³/s e ocorrência no ano de 2005. Segundo Marengo *et al.* (2008), o evento de seca da bacia Amazônica ocidental, em 2005, foi um dos piores dos últimos 100 anos, afetando severamente a população ao longo do canal principal do Amazonas e seus afluentes, estando associado ao aquecimento do Atlântico Norte tropical.

O quinto e último período, caracterizado pelo início de operacionalização da UHE Santo Antônio, chegou a atingir um limite superior de 26833,79 m³/s, no ano de 2014, sendo a maior vazão dentre os cinco períodos em estudo. De acordo com Franca e Mendonça (2015), neste período, também foram registradas chuvas excepcionais no centro norte da Bolívia e Sudeste do Peru, local onde os principais afluentes do rio Madeira são localizados. Além disso, nota-se na figura 2, que os dados deste período possuem maior mediana do que os grupos anteriores.

Antes e depois da UHE

As vazões médias mensais dos períodos pré e pós operação retratam o comportamento sazonal do rio Madeira a jusante da UHE Santo Antônio. A figura 3 apresenta o comportamento dos dados de vazão representada pela média das vazões mensais de jusante da UHE Santo Antônio, calculados para os períodos pré e pós operação. Foi calculada ainda a média de longa duração para cada período analisado.

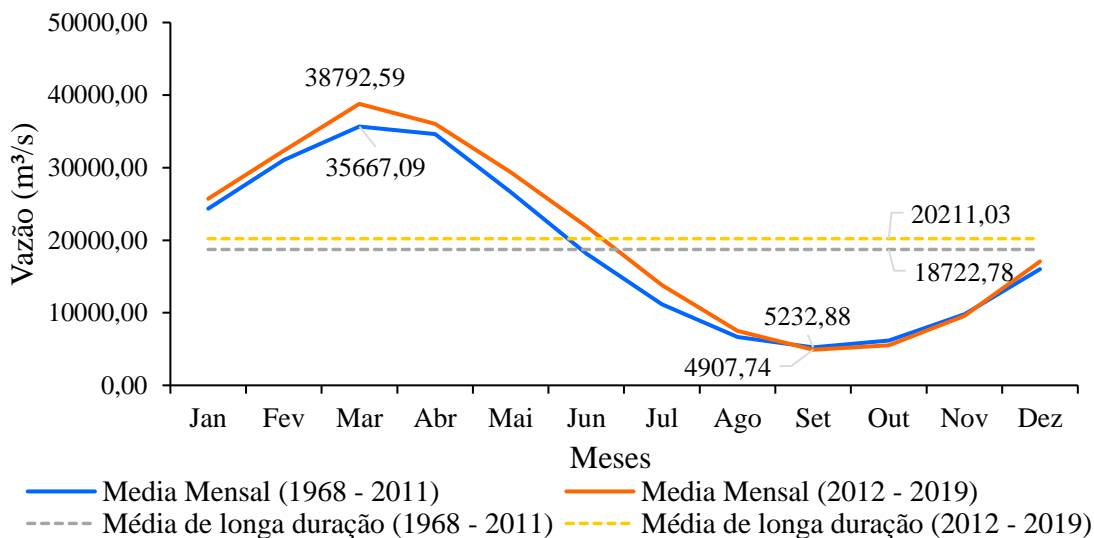


Figura 3. Vazões médias mensais para os dois períodos (1968-2011) e (2012-2019). Fonte: elaboração dos autores (2020)

Percebe-se no gráfico (Figura 3) que a vazão média mensal do período chuvoso, foi maior no período pós operação, enquanto, no período de estiagem, depois de agosto, as vazões médias mensais foram maiores no período pré operação, no entanto, essa diferença não foi acentuada, pois, segundo Moreira *et al.*(2013) a UHE SA opera a fio d'água e o seu tempo de residência médio é

de apenas um dia, diferentemente da UHE de Tucuruí que possui um reservatório (lago artificial), formado após o barramento do rio, de 2.850 km² e tempo de residência médio da água de 51 dias (Fearnside, 2015; Eletronorte, 1989).

Na figura 4 estão dispostos os dados das vazões máximas de cada mês ao longo dos períodos de análise, sendo o período antes da operação da UHE Santo Antônio (1968 a 2011) e o período após operação (2012 a 2019).

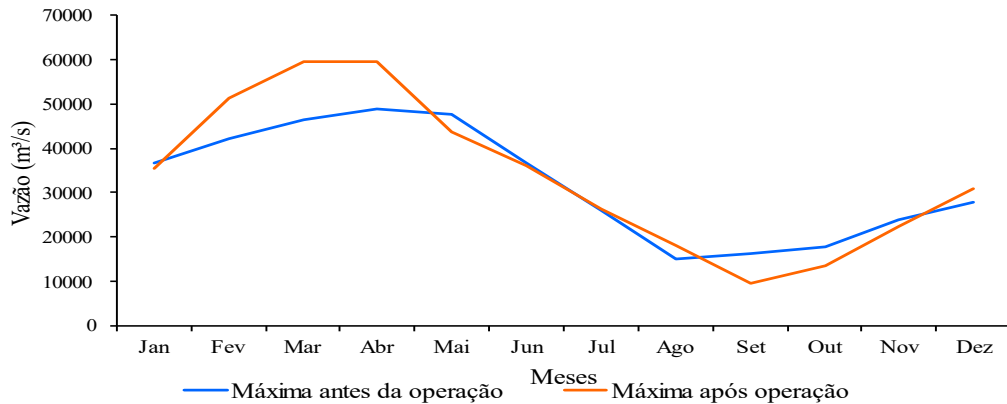


Figura 4. Vazões máximas de cada mês ao longo dos dois períodos (1968-2011) e (2012-2019). Fonte: elaboração dos autores (2020).

Em um rio regularizado espera-se que as vazões máximas diminuam e as mínimas se elevem (Martins *et al.*, 2011), entretanto, nos meses de janeiro a abril (figura 4) a vazão máxima após operação foi consideravelmente maior, comparada ao período antes da UHE SA entrar em operação; enquanto no mês de setembro, período de estiagem, a vazão máxima após operação da UHE SA foi menor. Condizente com esses resultados, Mariani *et al.* (2013) mostra que a vazão máxima diária registrada, antes da operação, atingiu 48.565 m³/s em 14 de abril de 1984. Fatores como a vazão atípica do ano de 2014 e o período curto de análise após operação da UHE SA são possíveis fortes influenciadores dos resultados. Segundo Soares (2017) os últimos grandes projetos implantados ou em construção, todos a fio d'água: Belo Monte, Santo Antônio e Jirau nas referidas bacias são estudados considerando a alteração de todos os projetos ao mesmo tempo, de forma a se obter o melhor arranjo e potencial de geração. No entanto, deve ser considerada a questão das chuvas imprevisíveis, o que pode exigir atenção especial para este tipo de oferta (Guerra *et al.*, 2015).

A figuras 5 exhibe os dados das vazões mínimas de cada mês ao longo dos períodos de análise, antes da operação da UHE Santo Antônio (1968 a 2011) e após operação (2012 a 2019).

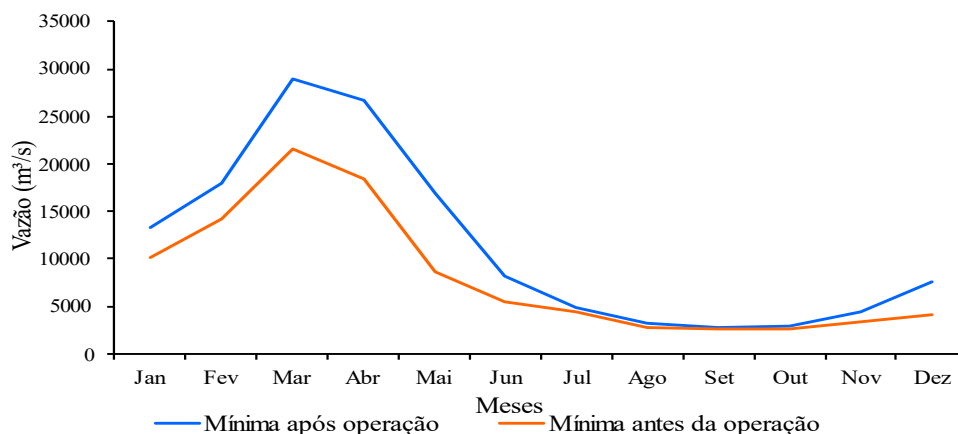


Figura 5. Vazões mínimas de cada mês ao longo dos dois períodos (1968-2011) e (2012-2019). Fonte: elaboração dos autores (2020).

Observa-se na figura 5, para as vazões mínimas de cada mês, que os meses de março e abril, tiveram crescimento de 34% e 45% respectivamente, após operação da UHE SA, enquanto nos meses de estiagem, principalmente de julho a novembro, os dois períodos apresentaram mínimas mensais com mudanças pouco significativas, as menores mínimas ocorreram no mês de setembro, com vazão de 2.563 m³/s e 2.839 m³/s dos períodos antes e após operação da UHE SA, respectivamente, entretanto, esses valores estão abaixo da mínima média mensal de 3.651 m³/s orientado pela ANA na nota técnica N^o 100/2006. Uma das implicações da vazão abaixo da mínima para Santos e Cunha (2013), está na insuficiência para manter as condições desejáveis ao funcionamento dos ecossistemas. Nesse sentido, indo além das condições ecológicas, Fearnside (2014) afirma que as usinas do rio Madeira (Santo Antônio e Jirau) foram responsáveis pelo bloqueio da migração dos peixes vindos da Bolívia e Peru.

Vazões mínimas de referência

Segundo a Resolução n^o 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, a vazão de referência deve ser capaz de compatibilizar o uso múltiplo das águas e as políticas de preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos. Para estimar a vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos (Q_{7,10}) foram utilizadas as distribuições de probabilidade Pearson 3, Logpearson 3, Lognormal 2, Lognormal 3 e Weibull. Na Figura 6 são apresentados os resultados estimados para as vazões mínimas de referência anuais, considerando os períodos da série histórica antes e pós operação da UHE SA das estações fluviométricas utilizadas no estudo. A linha verde representa as estimativas com retorno de dez anos e as linhas vermelhas definem os limites de confiança (95%) inferior e superior.

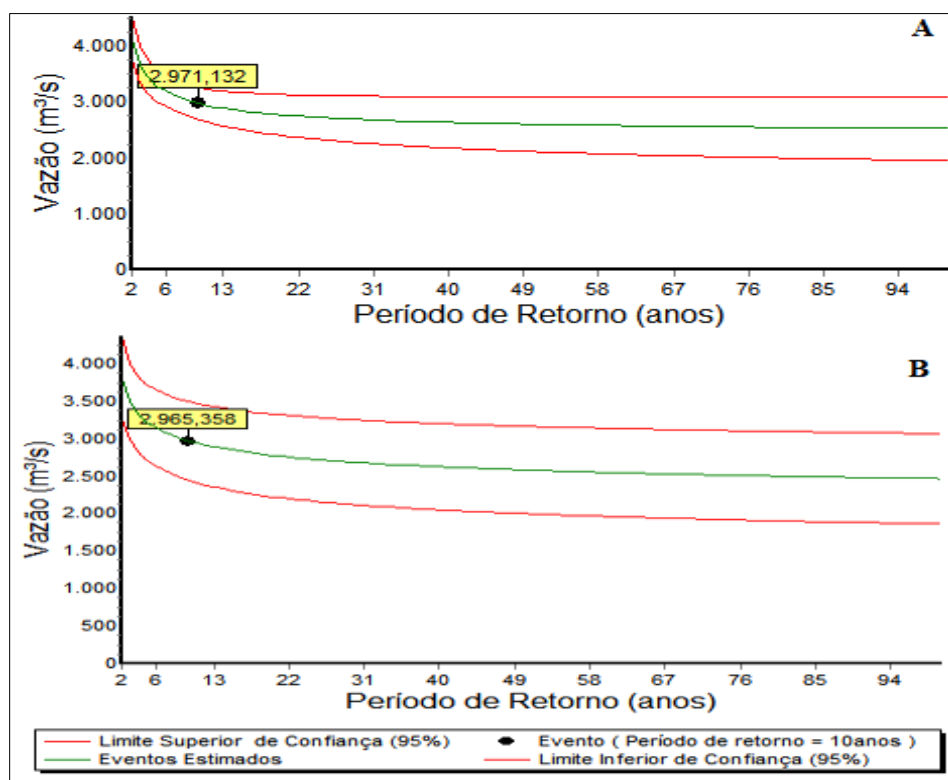


Figura 6. A) estimativa da vazão mínima em função do tempo de retorno, distribuição Weibull, para o período antes da operação da UHE Santo Antônio (1968-2011). B) estimativa da vazão mínima em função do tempo de retorno, distribuição Logpearson 3, para o período pós operação da UHE SA (2012-2019). Fonte: elaboração dos autores (2020).

Nota-se na figura 6 que a estimativa da vazão $Q_{7,10}$ para os períodos, antes e pós operação da UHE SA, apresentaram valores de vazão com pouca variação. Segundo Moreira *et al.* (2013), a regra operativa adotada durante o enchimento, com manutenção de uma vazão mínima para jusante foi de 3.293 m³/s ($Q_{7,10}$). No entanto, as vazões estimadas nos períodos antes e pós operação da UHE SA mostram-se inferiores a esse valor. Para Vestena *et al.* (2012), a garantia da quantidade mínima da vazão, fundamental à conservação do ecossistema fluvial, é essencial para prevenir e minimizar problemas ambientais.

As funções Weibull e Logpearson 3 apresentaram menor margem de erro dentre as outras distribuições e maior dependência entre os dados. Geralmente a vazão $Q_{7,10}$ é mais restritiva, ou seja, seus valores são menores que os das vazões Q_{90} ou Q_{95} . Em trabalhos elaborados por Silva *et al.* (2015) e Ribeiro *et al.* (2017) a vazão $Q_{7,10}$ também se mostrou como a alternativa mais rigorosa para todos os postos estudados. A distribuição de probabilidade melhor ajustada em diversos estudos está associada as características específicas de cada cenário.

Curvas de permanência

A curva de permanência permite a visualização da potencialidade natural de um curso d'água, destacando a vazão mínima e o grau de permanência de qualquer magnitude de vazão (Vestena *et al.*, 2012). A Figura 7 apresenta as curvas de permanência para a série histórica completa e para os períodos pré e pós operação da UHE SA. A Figura 7a, consta as curvas com escala de 0 a 100% de permanência, já a Figura 7b as curvas com escala alterada de 50 a 95%, para melhor visualização das vazões Q_{50} , Q_{90} e Q_{95} .

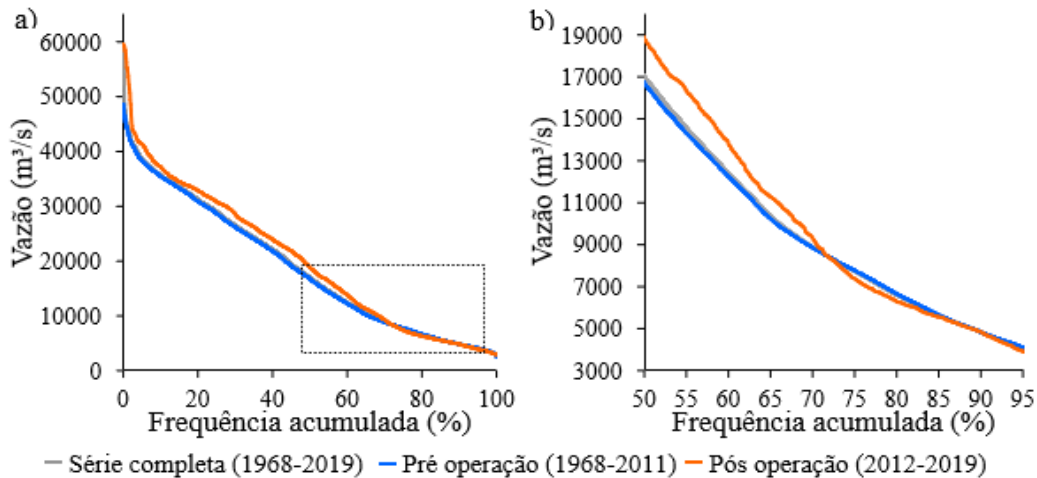


Figura 7. Curvas de permanência para a série histórica completa e para os períodos pré e pós operação da UHE SA. Fonte: elaboração dos autores (2020).

Analisando as curvas de permanência (Figura 7) foram observadas alterações nas vazões de referência entre os períodos em estudo, a vazão mínima Q_{95} sofreu uma pequena redução após o início de operação da UHE SA ($\pm 4,8\%$) e houve um aumento nas vazões Q_{50} ($\pm 13\%$) e Q_{90} ($\pm 0,3\%$). Fantin-Cruz *et al.* (2015), também observaram a diminuição das vazões mínimas ao estudarem as alterações hidrológicas à jusante da UHE Ponte de Pedra-MT, que possui regime de operação à fio d'água. Para os autores, as alterações podem estar associadas à baixa capacidade de regularização do reservatório, aliada à forte sazonalidade no regime de chuvas e escoamento.

Trabalhos como o de Weiser (2017) que avaliou a influência da UHE de Tucuruí-PA sobre a vazão ecológica do Rio Tocantins, mostram um comportamento diferente em relação à curva de permanência, apresentando diminuição na vazão Q_{50} ($\pm 7\%$) e aumento nas vazões Q_{90} ($\pm 30\%$) e Q_{95} ($\pm 30\%$), justificado pelo efeito da regularização da vazão sobre a curva de permanência, tornando-a mais horizontal e com os valores mais próximos da mediana durante a maior parte do tempo. Cabe ressaltar que a UHE de Tucuruí-PA possui reservatório com capacidade de regularizar a vazão afluente. Nesses casos, a presença de um reservatório pode resultar na elevação dos valores das vazões mínimas e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade hídrica local para outorga, naturalmente, isso não ocorre em usinas que operam a fio d'água (Detzel *et al.*, 2016).

Percebe-se ainda, na Figura 7, que as vazões máximas de todo o período e após início de operação da UHE SA são similares, indicando que depois da operação, os valores das vazões eram maiores que no período anterior ($\pm 22,3\%$). Este comportamento não se caracteriza como alteração hidrológica essencialmente ocasionada pela barragem, mas uma situação agravada por eventos climáticos extremos na região, como o observado em 2014 (Castro, 2019). Segundo Espinoza *et al.* (2014) as chuvas nesse período foram 100% acima do normal no sudoeste da Amazônia e a descarga no rio Madeira 74% maior do que o normal (58.000 m³/s) em Porto Velho. Para os mesmos autores, o evento foi consequência das precipitações abundantes associadas a condições quentes no oeste do Oceano Pacífico-Índico com Atlântico Sul Subtropical excepcionalmente quente. A inundação foi a maior já registrada no Rio Madeira e causou diversos impactos socioeconômicos e ambientais na região (Justina *et al.*, 2014; Franca e Mendonça, 2015). Segundo Fearnside (2014) alguns desses impactos podem ter sido agravados pela usina de Santo Antônio, como as erosões na orla de Porto Velho que está distante 7 km da barragem.

Outro fato a ser considerado é que as curvas dos períodos pré operação e série histórica completa foram mais próximas (curvas sobrepostas), podendo estar associado à série histórica curta para análise do período pós UHE, diminuindo, portanto, a representatividade de tais dados. Na tabela 2 estão detalhados os valores das vazões de referência Q_{7,10}, Q₅₀, Q₉₀ e Q₉₅. Em geral, verificou-se que os valores da Q_{7,10} de todos os períodos apresentaram magnitude menor do que as vazões Q₅₀, Q₉₀ e Q₉₅, sendo, portanto, a vazão mais restritiva quando utilizada no gerenciamento de recursos hídricos.

Tabela 2: Vazões mínimas de referência Q_{7,10}, Q₅₀, Q₉₀ e Q₉₅ em m³/s. Fonte: elaboração dos autores (2020).

Vazões mínimas de referência	m ³ /s	
	Pré operação da UHE SA	Pós operação da UHE SA
Q _{7,10}	2.971,1	2.965,3
Q ₅₀	16.696,6	18.842,4
Q ₉₀	4.831,4	4.846,6
Q ₉₅	4.108,8	3.911,2

Conclusão

Em termos gerais, as análises comparativas entre o regime fluviométrico antes e depois do barramento apontaram para uma baixa variabilidade após o início da operacionalização da UHE SA, principalmente quando comparado a resultados encontrados em outros estudos de UHE que não operam a fio d'água. Observou-se o aumento das vazões médias no período pós UHE, porém, estes coincidiram com os eventos climatológicos extremos ocorridos na bacia, como o observado em 2014, não podendo ser atribuído diretamente a UHE SA.

As vazões de referência Q₉₅ sofreram uma pequena redução ($\pm 4,8\%$) e um aumento na vazão Q₅₀ ($\pm 13\%$), podendo estar relacionada à baixa capacidade de regularização da vazão, aliado ao comportamento altamente sazonal da bacia. Neste sentido, recomenda-se que trabalhos futuros sejam realizados, visando analisar quais os possíveis impactos dessas alterações, tanto do ponto de

vista socioambiental, quanto econômico para esta região que apresenta grande variabilidade climática.

Referências

- ANA, Agência Nacional de Águas (2006) *Nota Técnica nº 100/2006/GEREG/SOF Reserva de disponibilidade hídrica para os aproveitamentos hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, localizados no rio Madeira*, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, 14 de novembro de 2006, 66 pp.
- ANA, Agência Nacional de Águas (2007) *A Navegação Interior e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos no Brasil e Aproveitamento do Potencial Hidráulico para Geração de Energia no Brasil*, Brasília: ANA; SPR, 170 pp.
- ANA, Agência Nacional de Águas (2012) *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil informe 2012*. Brasília, 215 pp.
- ANA, Agência Nacional de Águas (2020) *Hidroweb*. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>
- Andrade, C. D. (2008) *Análise pluviométrica da bacia transfronteiriça do Rio Madeira*, Tese de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (Ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 128 pp.
- Barbosa, F. A. R., Buffon, F. T., Bezerra, S. R., Gomes, W. R. (2015) Levantamento batimétrico do rio madeira na área urbana de porto velho após a cheia histórica de 2014, *XXI Simpósio Brasileiro de recursos hídricos*, Brasília, 22-27 nov.
- Barros, C. G. D., Blanco, C. J. C., Pessoa, F. C. L., Gomes, E. P., Santana, L. R. (2019) REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO Q95% NA AMAZÔNIA, *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, 12(1), 1-13.
- Bernini, H., Martinez, J. M., Oliveti, D., Roig, H. L., Pinheiro, J. A. C. (2016) Descarga Sólida em Suspensão e dinâmica fluvial na bacia do rio Madeira: um perfil no período de cheia hidrológica, *IX Seminário Latino-Americano e V Seminário Ibero-Americano de Geografia Física*. Guimarães, Portugal.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005) *Resolução 357/2005*. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>
- CASTRO, N. P. (2019) *Avaliação de indicadores de alteração hidrológica na bacia hidrográfica do rio Madeira: grandes obras hidráulicas, sedimentos e os possíveis impactos na dinâmica fluvial*, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Unesp campus Ilha Solteira, Ilha Solteira, 81 pp.
- Castro, N. P., Ronix, A., Carvalho, N. O., Cruz, A., Rocha, P. C., Neto, P. S. G., Souto, C. S. (2018) Análise da operação de postos da rede hidrossedimentométrica no Rio Madeira no Período de 2015 a 2018, *XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, I Partículas Das Américas*, Vitória, 24-28 set.
- Cavalcante, I. C. S., Tavares, L. C., de Almeida, I. R., Nylander, J. D. A. (2020). Determinação de vazões ecológicas de um rio através de diferentes metodologias hidrológicas, estudo de caso: rio Gualaxo do Sul/ Mg. In Holzmann, H. A., Dallamuta, J., Mazur, V. T.(Eds.), *As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado 2*, Atena Editora, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 176–185.
- Coelho, A. L. N., Cunha, S. B., Souza, C. A. (2014) Efeitos na morfologia Fluvial provocados pelo barramento da UHE Santo Antônio no rio Madeira, *Revista Geonorte*, 5(18), 18-24.
- Cunha, A. C. (2013). Revisão descritiva sobre qualidade da água, parâmetros e modelagem de ecossistemas aquáticos tropicais. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 3(1), 124-143. doi: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n1p124-143
- Detzel, D. H. M., Fernandes, C. V. S., Mine, M. R. M. (2016) Não Estacionariedade na Construção de Curvas de Permanência com Vistas à Outorga de Recursos Hídricos. *RBRH*, 21(1), 80-87. doi: 10.21168/rbrh.v21n1.p80-87
- ELN, Eletronorte (1989) *Plano de utilização do reservatório: a pesca nas áreas de influência local e a jusante – caracterização preliminar* (TUC 10-26443), relatório. Brasília, 124 pp.
- Espinoza, J. C., Marengo, J. A., Ronchail, J., Carpio, J. M., Flores, L. N., Guyot, J. L. (2014) The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient. *Environmental Research Letters*, 9 (12), 124007. doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124007>

- Fantin-Cruz, I., Pedrollo, O., Girard, P., Zeilhofer, P., Hamilton, SK (2015) Effects of a diversion hydropower facility on the hydrological regime of the Correntes River, a tributary to the Pantanal floodplain, Brazil. *Journal of Hydrology*, **531**, 810-820.
- Fearnside, P. M (2014). Impacts of Brazil's Madeira River dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy*, **38**, 164-172. doi: 10.1016/j.envsci.2013.11.004
- Fearnside, P. M. (2015) Tropical hydropower in the clean development mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. *Climatic Change*, **131**(4), 575-589. doi: 10.1007/s10584-015-1393-3
- Fearnside, P. M. (2019) Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão. *Novos Cadernos NAEA*, **22** (3). doi: 10.5801/ncn.v22i3.7711
- Fearnside, P. M. (2015) *Impactos ambientais da barragem de Tucuruí: lições ainda não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia. Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras*. vol.1. Editora INPA, Manaus, Amazonas, 296 pp.
- Franca, R. R., Mendonça, F. A (2015) A cheia histórica do Rio Madeira no ano de 2014: riscos e impactos à saúde em Porto Velho (RO). *Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, **11**(21), 62-79.
- Gallardo, A. L. C. F., da Silva, J. C., Gaudereto, G. L., Sozinho, D. W. F. (2017) A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). *Desenvolvimento e Meio ambiente*, **43**, 22-47.
- Guerra, J. B. S. O. A, Dutra, L., Schwinden, N. B. C., De Andrade, S. F. (2015) Future scenarios and trends in energy generation in Brazil: supply and demand and mitigation forecasts. *Journal of Cleaner Production*, **103**, 197-210. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.09.082
- IPCC (2013) Mudanças climáticas: The Physical Science Basis. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Stocker, TF, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, SK Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex e PM Midgley (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 1535 pp.
- Júnior, J. L. S., Tomasella, J., Rodriguez, D. A. (2015) Impacts of future climatic and land cover changes on the hydrological regime of the Madeira River basin. *Climatic change*, **129**(1), 117-129. doi: 10.1007/s10584-015-1338-x
- Justina, E. E. D, da Franca, R. R., Sampaio, S. F. (2014) Cheia no rio Madeira: análise da dinâmica climática e hidrológica regional e consequências sobre a cidade de Porto Velho-RO no ano de 2014. *Revista Geonorte*, **5**(18), 11-17.
- Kipnis, R., Santos, H. B. C. D., Tizuka, M. M., Almeida, M. J. G. T. D., Corga, M. P. D. A. (2013) Aplicação das tecnologias de modelagem 3D conjugada às técnicas tradicionais para o registro das gravuras rupestres do rio Madeira, Rondônia, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, **8**(3), 605-619. doi: 10.1590/S1981-81222013000300008
- Lélis, L. C. S. (2019) *Avaliação de metodologias de regionalização hidrológica para a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jaguari*, Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em ciências (Engenharia de Sistemas Agrícolas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 85pp.
- Longhi, E. H., Formiga, K. T. M. (2011) Metodologias para determinar vazão ecológica em rios. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, **20**, 33-48.
- Luiz, S F., Fernandes, W. S., Júnior, D. S. R. (2013) Regionalização Hidrológica de Vazões Mínimas por meio dos Métodos OLS e WLS Aplicada à Bacia do Alto São Francisco, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, **18**(4), 231-241. doi: 10.21168/rbrh.v18n4.p231-241
- Marengo, J. A., Nobre, C. A., Tomasella, J., Oyama, M. D., Sampaio de Oliveira, G., de Oliveira, R., Camargo, H., Alves, L. M., & Brown, I. F. (2008) The Drought of Amazonia in 2005, *Journal of Climate*, **21**(3), 495-516. doi: 10.1175/2007JCLI1600.1
- Marengo, J. A., Tomasella, J., Alves, L. M., Soares, W. R., Rodriguez, D. A. (2011) The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, **38**(12), 1-5. doi:10.1029/2011GL047436
- Mariani C.F., Ortega, R. D., Boemer, G., Junior, J. D. A., Lima, M., Rocha, A., Carvalho, D. P., Grandezi, M., Xavier, M. C. R., Morais, A., Moreira, J. (2013) Prognóstico da qualidade da água do reservatório da UHE Santo Antônio, Rio Madeira, RO: comparação entre previsto e observado em campo, *XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Bento Gonçalves, 17-22 nov.

- Marques, F. B. R., Strasser, M. A., Oliveira, N. (2018) Avaliação da sazonalidade da descarga sólida e da granulometria no rio Madeira, *XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, I Partículas Das Américas*, Vitória, 24-28 set.
- Martins, D. M. F., Chagas, R. M., Neto, J. O. M., Júnior, A. V. M. (2011) Impactos da construção da usina hidrelétrica de Sobradinho no regime de vazões no Baixo São Francisco, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(9), 1054-1061. doi: 10.1590/S1415-43662011001000010
- Mendes, A. T., Junior, J. C. K (2019) Caracterização do Regime Pluviométrico do Município de Araguaína-TO. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 34(4), 449-458.
- Mensah, J. H. R., Santos, I. F. S., Martins, A. M. (2017) *Estimativa preliminar do potencial hidrelétrico do Rio Grande*, 8 pp. Acesso em 20 de março de 2021, disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319517706>
- MMA, Ministério do Meio Ambiente (2007) *Análises dos Estudos Ambientais dos Empreendimentos do rio Madeira*, fevereiro/2007, 19 pp. Acesso em 8 de abril de 2021, disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Ali%20Sultan%20report/sultan_report_elatorio_tucci.pdf
- Molina-Carpio, Jorge., Espinoza, J. C., Vauchel, P., Ronchail, J., Caloir, B G., Guyot, J., Noriega, L. (2017) Hidroclimatologia da bacia do alto rio Madeira: variabilidade e tendências espaço-temporais, *Jornal de Ciências Hidrológicas*, 62(6), 911-927. doi: 10.1080/02626667.2016.1267861
- Moreira, J. C., Morais, A., Xavier, M. C. R., Ortega, R. D., Mariani, C. F. (2013) Modelagem matemática da qualidade da água do reservatório da UHE Santo Antônio, *XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Bento Gonçalves, 17-22 nov.
- MORI, C. R. R. (2016) *Rebaixamento dinâmico em reservatórios de usinas hidrelétricas: estudo de caso aplicado à bacia do rio Iguaçu*. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica), Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 70 pp.
- Muniz, L. S. (2013) *Análise dos Padrões Fluviométricos da Bacia do Rio Madeira-Brasil*, Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 146 pp.
- Pereira, M. A. F., Kobiyama, M., Castro, N. M. R. (2014) Relação entre a geometria hidráulica e a curva de permanência em estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Ijuí-RS. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15(3), 443-454. Doi:10.20502/rbg.v15i3.516
- Pereira, C. A. R., Winkler, M. S., Souza, S. H. (2016) Análise de condições ambientais em comunidades ribeirinhas de Porto Velho, Rondônia, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(2), 440-455.
- Pereira, P.S., Veiga, B.V., Dziedzic, M. (2013) Avaliação da influência do fósforo e do nitrogênio no processo de eutrofização de grandes reservatórios. Estudo de caso: Usina hidrelétrica Foz do Areia, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 18(1), 43-52. doi: 10.21168/rbrh.v18n1.p43-52
- Progênio, M. F., Filho, F. A. M. C., Souza, M. J. R., Pessoa, F. C. L. (2019) Análise do potencial de impacto ambiental para implantação de pequenas centrais hidroelétricas nas unidades hidrográficas do estado do Pará, *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 12(3), 399-412. doi:10.22201/iingen.0718378xe.2019.12.3.62469
- Ribeiro, T. B., Albuquerque, C. C., Lisboa, L., Batista, I. H., Uliana, E. M. (2017) Estimativa das vazões mínimas de referência (Q7,10, Q95 e Q90) anuais e semestrais para a bacia do Rio Branco, *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Florianópolis-Santa Catarina, 26nov-1dez.
- Rodrigues, R. S. S., Fernandes, L. L., Blanco, C. J. C., Teixeira, L. C. G. Mendes., Bittencourt, G. M. (2020) Abordagem sobre o comportamento do IQA a partir da degradação dos recursos hídricos na Amazônia. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 13(3), 885-904. doi: 10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.3.67814
- Rodriguez, D. A., Lopes, L. G., Carriello, F., Júnior, J. L. S., Pinto, G. L., Tomasella, J., Chou, S. C. (2017) Previsões de cheias extremas nos horizontes sazonais e de curto e médio prazos na bacia do rio Madeira: estudo de caso da enchente de 30 de março de 2014 em Porto Velho, *Revista Brasileira de Cartografia*, 69(4), 827-836. Acesso em 9 de abril de 2021, disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44337>
- SAE, Santo Antônio Energia S.A (2020) *Usina em Números*, Acesso em 08 de nov. 2020, disponível em: <https://www.santoantonioenergia.com.br>
- Santos, E. S., Cunha, A. C., Cunha, H. F. A. (2017) Usina hidrelétrica na Amazônia e impactos socioeconômicos sobre os pescadores do município de Ferreira Gomes-Amapá, *Ambiente e Sociedade*, 20(4), 191-208. doi: 10.1590/1809-4422asoc0088r2v2042017

- SANTOS, O. C. O. (2014) A geografia física e as bacias hidrográficas na Amazônia. *Revista GeoAmazônia*, 2(3), 17-27. doi: 10.17551/2358-1778/geoamazonia.n2v1p17-27
- Santos, R. I., Braga, N. A., Nascimento, M. C. N., Bastos, W. R. (2015) Metais em sedimentos de fundo na bacia do alto rio Madeira, Bacia Amazônica, *Scientia Amazonia*, 4(1), 91-100. doi: 10.19178 / Sci.Amazon.v4i1.91-100
- SIGA, Sistema de Informações de Geração da Aneel. Acesso em 09 de nov. 2020, disponível em: <http://bit.ly/39LK90S>
- Silva, A.F., Figueireido, D. C., Souza, A. O. (2015) Vazões mínimas e vazões de referência para outorga de direito de uso de recurso hídrico na bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil, *XXV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem*, São Cristóvão, Sergipe, 8-13 nov.
- Soares, I. M. (2017) *Usina hidrelétrica a fio d'água ou reservatório? subsídios à tomada de decisão por meio de análise custo-efetividade*, Tese (Mestrado em economia), Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 101 pp.
- Sousa, H. T., Pruski, F. F., Bof, L. H. N., Cecon, P. R., Souza, J. R. C. (2009) SisCAH 1.0 Sistema computacional para análises hidrológicas, 1ª ed., Arka, Viçosa, MG, 60 pp.
- Souza, F. A. O., Silva, C. L., Maggiotto, S. R., Júnior, M. P. O. (2012) Caracterização das vazões em uma pequena bacia hidrográfica do Distrito Federal, Brasil, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(1), 10-17. doi: 10.1590/S1415-43662012000100002
- Vestena, L. R., Oliveira, É. D. D., Cunha, C. M., Thomaz, E. L. (2012) Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das Pedras, Guarapuava-PR. *Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 7(3), 212-227.
- Von Sperling, M. (2014) *Estudos e modelagem da qualidade da água em rios. Princípios de Tratamento Biológico de Águas Residuárias*, 2ª Ed., Ed. UFMG. Belo Horizonte, MG, 592 pp.
- Weiser, J. M. (2017) *Estudo da regularização da vazão da UHE de Tucuruí: Impactos na vazão ecológica do Rio Tocantins*, Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 82 pp.

Apêndice 1 – Normas editoriais

**TÍTULO DA OBRA NA FONTE CARTA TIMES NEW ROMAN, TAMANHO 12,
ALINHADA AO CENTRO. LETRAS MAIÚSCULAS, NEGRITO**

2 linhas em branco

*TÍTULO EM INGLÊS EM LETRA ESTILO TITULO 1, FONTE TIMES NEW ROMAN, CURSIVA
(ITÁLIA), TAMANHO 12, ALINHADO AO CENTRO. LETRAS MAIÚSCULAS, NEGRITO*

2 linhas em branco

Nome do autor³

Nome do autor¹

Nome do autor N^{4*}

Liste os nomes dos autores no estilo Fonte New Roman, tamanho 10, em negrito, alinhamento de parágrafo justificado, espaço simples. Identifique o endereço da instituição de cada autor com um número progressivo em sobrescrito proveniente de "Inserir nota de rodapé" no menu "Referências". No rodapé, especifique os dados da instituição de trabalho em cada caso. Identifique o autor do contato com um *.

Nota: em todos os casos, omita os graus profissionais ou acadêmicos. Não inclua perfil acadêmico, apenas cargo e instituição onde trabalha atualmente.

1 linha em branco

Abstract

*O resumo em inglês será colocado na primeira página precedido da palavra **Abstract**, em fonte Times New Roman, tamanho 12, maiúsculas e minúsculas, negrito. O texto do resumo respeitará as instruções detalhadas para o resumo em espanhol, exceto para a letra que estará em itálico (itálico). O número de palavras deve ser de no mínimo 150 e no máximo 250 palavras, em qualquer idioma. **Este é o resumo que deve ser copiado para a plataforma, no passo 3 do processo de submissão de trabalhos** (veja detalhes fazendo o download das "Etapas de submissão de trabalhos", no menu superior do site da revista)*

1 linha em branco (tamanho 10)

Key Words (em negrito): Em inglês. Deve ser incluído no final da primeira página. Podem ser utilizadas até 5 (cinco) Palavras-chave, separadas por vírgulas, em ordem alfabética, devendo ser incluída no mínimo 1 (uma) Palavra-chave. Use o estilo normal, fonte Times New Roman, tamanho 10, alinhamento de parágrafo justificado, sem recuos à esquerda ou à direita e espaçamento de linha simples. **Reveja rigorosamente a redação em inglês do texto.**

Inserir quebra de página

³ Instituição do trabalho do autor 1. Autores com a mesma atribuição compartilham um sobrescrito. Neste caso, o autor 1 e o autor 2 têm a mesma Instituição de trabalho). Estilo normal, fonte Times New Roman, tamanho 9, alinhamento de parágrafo justificado, espaço simples. Coloque primeiro o departamento e depois a instituição, evitando abreviações (Instituto de Engenharia, Universidade Nacional Autónoma do México).

² Instituição de trabalho do autor N.

* *Autor para correspondência:* É ele quem deve acompanhar e atender às exigências do editor, responder às observações dos revisores e informar a todos os coautores do estado em que se encontra a publicação. Normalmente é o líder do grupo, digite o endereço completo, bem como o telefone (com código internacional) e e-mail, conforme segue: Departamento, Instituição. Rua / Av. Nome da rua, número da rua e / ou Complemento - Bairro, Cidade, Estado, Província ou departamento. Código postal. País. Email: exemplo @ email-address-contact

Resumo

É obrigatória a apresentação do resumo do trabalho tanto em inglês como na língua original, precedido do subtítulo no idioma correspondente em tamanho 12. O texto do resumo deve ser redigido em fonte Times New Roman, tamanho 10, alinhamento justificado, parágrafo sem indentações à esquerda ou à direita e espaço único (entre linhas).

O número de palavras deve ser de no mínimo 150 e no máximo 250 palavras, em qualquer idioma. 1 linha deve ser deixada em branco no final.

1 linha em branco (tamanho 10)

Palavras chave: O subtítulo em negrito no idioma original. Podem ser utilizadas até 5 (cinco) Palavras-chave, separadas por vírgulas, em ordem alfabética, devendo ser incluída no mínimo 1 (uma) Palavra-chave. Use o estilo normal, fonte Times New Roman, tamanho 10, alinhamento de parágrafo justificado, sem recuos à esquerda ou à direita e espaçamento de linha simples.

2 linhas em branco

Introdução (Subtítulos)

Este texto é elaborado seguindo as especificações solicitadas, portanto, pode ser tomado como exemplo. Para submeter o trabalho, recomenda-se baixar os “*Passos para submeter o trabalho*” do menu superior da página da Revista AIDIS, onde é detalhado o procedimento para a entrada do trabalho na plataforma de revisão.

Todos os subtítulos (cabecinhos) de cada seção em fonte Times New Roman, tamanho 12, maiúsculas e minúsculas (NÃO maiúsculas), em negrito, separadas do parágrafo anterior por 2 linhas em branco e sem espaço antes do primeiro parágrafo.

1 linha em branco

Geral (subseções)

Se houver subseções, use o formato itálico e sublinhado, deixando apenas 1 linha em branco antes da subseção e nenhum espaço antes do primeiro parágrafo. Redigir a introdução e o restante do texto da obra no estilo Normal, fonte Times New Roman, tamanho 12, alinhamento com parágrafo justificado, sem recuo, com espaçamento simples de 1,0 e sem a função de adicionar espaço antes ou depois do parágrafo automaticamente. Os parágrafos devem ser separados um do outro por 1 linha em branco

Para iniciar o processo de revisão do trabalho, o documento deve ser enviado online através da plataforma da Revista **AIDIS**, seguindo as instruções que você encontrará ao se inscrever como autor em "Iniciar nova submissão" (você deve primeiro estar cadastrado na plataforma preenchendo seu perfil como autor). Se posteriormente for solicitada uma nova submissão, a nova versão deve ser enviada para o endereço de e-mail revista_aidis@pumas.iingen.unam.mx (ver seção "Processo de revisão" para mais detalhes).

Para o conteúdo do trabalho, serão utilizados os seguintes formatos e alinhamentos: todos os trabalhos devem ser configurados em tamanho de página carta (216 x 280 mm) com espaçamento simples de 1,0 e sem espaçamento (espaçamento 0), estilo Normal, com o seguinte margens:

3cm superior

3cm inferior

2.5cm esquerdo

2.5cm direito.

A EXTENSÃO RECOMENDADA DO TRABALHO INCLUINDO FIGURAS E TABELAS É DE 6000 PALAVRAS, APROXIMADAMENTE 10 FOLHAS. A **numeração das páginas** deve seguir o formato deste regulamento (inserir o número da página no final da página, letra à direita, tamanho 10). O texto **não deve ter nenhum tipo de "recuo" ou tabulação** no início do parágrafo. As páginas **NÃO podem conter notas de rodapé**, com exceção da página inicial. Nenhum tipo de título ou logotipo deve ser colocado.

IMPORTANTE: Ao enviar o trabalho, solicitamos uma lista de três nomes de revisores relacionados ao tema de seu trabalho. Esses nomes serão usados para aumentar nossa base de revisores em potencial. Devem ser especificados o nome da universidade / instituição de afiliação, especialidade e e-mail, bem como o motivo ou justificativa para a recomendação. Os nomes dos revisores sugeridos devem ser colocados ao final do documento em fonte vermelha, na seção “Revisores sugeridos”, após a seção “Referências bibliográficas”.

O trabalho deve contemplar, no mínimo, os seguintes pontos: Objetivo do trabalho (mencioná-lo na seção “Introdução”), Metodologia, Resultados, Conclusões (com discussão dos resultados considerados) e Referências bibliográficas.

Para efeito de arbitragem, as linhas de cada linha do documento devem ser numeradas. Sugere-se usar as ferramentas do processador de texto na seguinte ordem: Layout da página / Configuração da página (no caso do processador 2007 em diante, selecione a guia esquerda no nível do cabeçalho) / Layout / Número da linha e marque “adicionar linha numérica”.

O documento deve ser preparado apenas no formato .doc do processador de texto MS Word for Windows versão 2013. O texto completo da obra incluindo Título, Nomes e dados dos autores, Resumo, Palavras-chave, Legendas e Referências Bibliográficas não pode exceder o máximo tamanho de 1400 KB (1,40 MB) em arquivo compactado (zip), incluindo figuras, fórmulas e tabelas, cidadão integra todos os elementos em um mesmo arquivo Word (incluindo fotos, tabelas e gráficos).

O texto deve ser verificado cuidadosamente e submetido à verificação ortográfica do Word para textos em idioma nativo. O resumo em inglês deve ser rigorosamente revisado por uma pessoa que fale inglês ou deve ser submetido a um serviço de revisão profissional.

Os termos normalmente escritos em itálico (itálico) podem estar em itálico e sublinhados.

Para quantidades numéricas, use sempre o ponto decimal "." para separar frações de números inteiros (exemplo correto para o número $\pi = 3.1416$) e NÃO use o ponto decimal “,” (exemplo errado para $\pi = 3,1416$), tanto no texto, quanto em tabelas, figuras e gráficos. Tenha o cuidado de configurar os programas (Excel, etc.) de forma que nas quantidades e números o ponto decimal seja utilizado e reconhecido.

Características adicionais do texto

As **citações** das referências bibliográficas devem aparecer no texto com o seguinte modelo: se a citação for feita na própria redação do texto, colocar o autor seguido do ano, este último entre

parênteses, Pérez (1998). Se a citação for feita fora da redação do texto, escreva o autor e o ano entre parênteses, separados por vírgulas (Pérez, 1998). Para ambos os casos, se houver dois autores, escreva seus nomes seguidos usando a conjunção de acordo com a linguagem do texto (Pérez e López, 1998) e se houver mais de dois autores, use a abreviatura *et al.* em itálico e seguido por um ponto (Pérez *et al.*, 1998). **NÃO USE** exclusivamente letras maiúsculas nos nomes dos autores das citações.

Tabelas. Devem ser numerados sequencialmente, referidos no texto e **devem, obrigatoriamente, ser inseridos no mesmo arquivo .doc que o texto da obra e não como anexos ou em folhas separadas.** Deixe 2 linhas em branco antes do título da tabela e 2 depois dele. **NÃO** é permitido o uso da barra de espaço para fazer as mesas. Use a ferramenta Tabela do processador MS Word. De preferência, coloque uma borda apenas acima e abaixo do cabeçalho e na parte inferior da mesa (evite colocar bordas laterais e intermediárias). Para o texto contido na tabela, utilizar fonte Times New Roman, tamanho 10. A tabela deve ser posicionada centralizada.

Títulos de tabelas. Devem ser inseridos em linha superior imediata da Tabela com justificativa à esquerda. Use fonte Times New Roman, tamanho 10. Exemplo:

Tabla 1. Técnicas analíticas utilizadas

Parámetros	Técnica analítica	Unidad
pH	Directo, Potenciométrico	
SST	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L
SSV	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L
DQO	Standard Methods, Reflujo Abierto	mg/L

Nota: notas de rodapé devem estar alinhadas à tabela / figura, em itálico, tamanho 9

Fórmulas ou equações. De preferência, use a função de inserção Equação. Opcionalmente, use a fonte Times New Roman, tamanho 10, em itálico e centro. Devem ser numerada sequencialmente e referenciadas no texto da obra. O significado das variáveis está listado (tamanho 10), conforme exemplificado a seguir:



$$\frac{Q(S_o - S_e)}{XV_a} = q = KS_e \quad \text{Equação (3)}$$

Donde

Q: Caudal

Va: Volumen del tanque de aireación

• **Marcadores (marcadores).** Seu uso é permitido para enfatizar e destacar seções.

Figuras / fotografias / gráficos. Podem ser incluídos gratuitamente desde que o arquivo .doc da obra completa (zip) não exceda 1400 KB. Todas as figuras, gráficos, ilustrações e fotografias

devem ser referenciados como figuras e devem ser inseridos no mesmo arquivo .doc do texto do trabalho, deixando 2 linhas em branco antes da tabela e 2 depois dela. Devem também ser numerados em seqüência e citados no texto. Recomenda-se o uso de cores em fotografias, figuras ou ilustrações. No caso de gráficos, devem ser claros e legíveis, de boa qualidade de imagem, de preferência em cores, sem linhas excessivas (sem linhas de fundo) e sem bordas. Tabelas de dados, diagramas, fotografias e imagens em geral NÃO devem ultrapassar a margem do documento.

Figura / foto / legenda gráfica: O título do elemento deve ser incluído na linha imediatamente abaixo da figura / gráfico / foto com justificação à esquerda e sem espaçamento; no caso de mesa, o título deve ser colocado na parte superior. Use a fonte Times New Roman, tamanho 10.

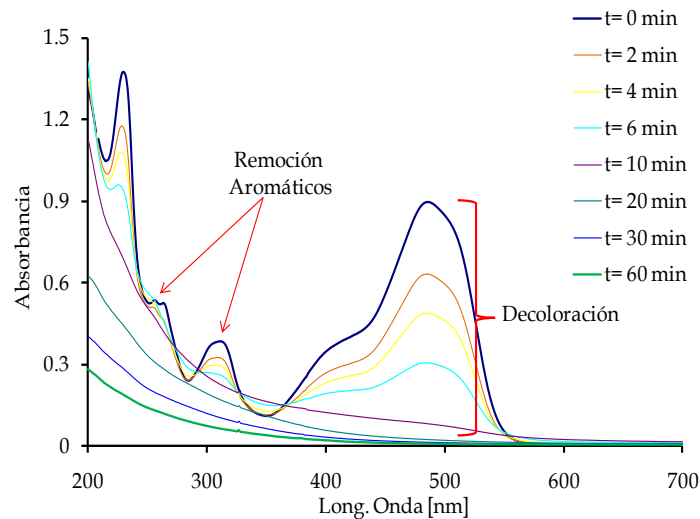


Figura 1. Descoloração de compostos azo usando um processo foto-Fenton

Processo de revisão

Todas as contribuições enviadas para a revista devem ser originais (o trabalho não deve ter sido publicado anteriormente, nem ter sido enviado simultaneamente a outra revista para avaliação e consideração para publicação). Os artigos serão julgados por pares acadêmicos de origem internacional, na modalidade duplo-cego, garantindo o anonimato de revisores e autores. O processo completo de revisão e edição é explicado detalhadamente no documento "Processo Editorial" que pode ser baixado do menu superior da plataforma de recepção de trabalhos. O resultado do processo de avaliação oferece as seguintes opções:

- **Aceite sem alterações.** O autor é notificado e a carta de cessão de direitos e originalidade é enviada para assinatura dos autores.
- **As alterações são necessárias antes de você ser aceito.** As alterações ou correções solicitadas podem ser menores ou maiores. As observações e correções solicitadas são enviadas ao autor e uma nova versão é solicitada com as alterações incorporadas (indicadas em texto em vermelho), bem como uma tabela de resposta para os revisores (3 colunas: a primeira com os comentários dos revisores; a segunda com a resposta justificada aos comentários dos revisores; a terceira com a localização no texto do trabalho, número da linha e página). A nova versão do trabalho (as correções feitas) é validada pelos revisores /

editores durante o processo de validação da correção, antes que o trabalho possa ser oficialmente aceito.

• **Rejeitar.** Nesse caso, os argumentos que foram considerados para a tomada de decisão são encaminhados ao autor.

Agradecimentos

*Se for necessário **reconhecer** pessoas ou instituições, faça-o nesta seção. Use fonte Times New Roman, tamanho 12 em itálico (itálico). A seção deve estar localizada imediatamente antes da seção de referências bibliográficas.*

Referências bibliográficas

As referências devem aparecer no final do texto, em fonte Times New Roman, tamanho 10, com alinhamento de parágrafo justificado sem espaçamento entre cada referência, formato de parágrafo com recuo francês de 1,25 cm. As referências devem estar em ordem alfabética, sem numeração. O ano deve ser colocado entre parênteses, imediatamente após os nomes dos autores (2000). Os nomes dos autores devem ser escritos em maiúsculas e minúsculas (**evite o uso exclusivo de letras maiúsculas**), começando com o (s) sobrenome (s) e separados por vírgulas ", " das iniciais dos nomes (*não use "&" / "e" / "e"*). Para citar artigos ou recursos eletrônicos (revistas, jornais, entre outros), o **DOI** deve ser incluído, quando disponível, ao final da referência (após o número de páginas), precedido de "doi". No caso de periódicos, o número do volume e o número devem vir após o nome do periódico (em itálico): o volume em negrito; o número entre parênteses e após um ", " as páginas. Exemplo: 68 (4), 448-455, onde **68** é o volume e o número da revista é 4. Caso sejam colocados documentos eletrônicos, insira a data de acesso e o link direto para a referência, atualizado e ativo. Deve-se citar o nome de TODOS os autores, evitando-se o uso de "*et al.*" / "E outros". Exemplo:

Referências bibliográficas

Auria, R., Frere, G., Morales, M., Acuña, M.E. and Revah, S. (2000) Influence of mixing and water addition on the removal rate of toluene vapors in a biofilter, *Biotechnology and Bioengineering*, **68**(4), 448-455.
Bitton, G. (1994) *Wastewater Microbiology*, Wiley-Liss, New York, 478 pp.
COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2015) *Monitoramento Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos, Campanha Novembro/2014*. Acesso em 03 de fevereiro de 2015, disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao>
García, J. y Romero, H. (1997) El tratamiento de las aguas residuales de ciudades medianas: problemática y alternativas de solución, en *Memorias Técnicas XI Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales*, Tomo1, FEMISCA A.C., 4 a 7 de noviembre, Zacatecas Zac. 243-250.

Nota: consulte exemplos específicos de referências bibliográficas por tipo de documento no final deste documento.

Revisores sugeridos

Para aumentar nosso diretório de revisores potenciais, ao ingressar o trabalho pela primeira vez na plataforma, pelo menos 3 nomes de avaliadores de diferentes instituições devem ser propostos na parte final do documento (após a seção de Referências Bibliográficas). dos autores e preferencialmente de instituições de outra região.

Fornecer instituição de credenciamento, e-mail, área de especialidade e a justificativa para a qual é recomendado. Caso uma nova versão com correções incorporadas seja posteriormente solicitada (processo de validação da correção), não é necessário enviar a proposta para os nomes dos revisores.

Exemplos de referencias bibliográficas:

Citação de artigo em publicação em revista ou periódico. Nomes de autores separados por ", " (ano) título do artigo, nome do periódico em itálico, **volume** (número), páginas do artigo separadas por "-". Se houver versão eletrônica, coloque a data de acesso e o link direto e atualizado da obra.

Costa, Carla R., Olivi, P., Botta, C.M.R., Espindola, E.L.G. (2008). A Toxicidade em Ambientes Aquáticos: Discussão e Métodos de Avaliação, *Revista Química Nova*, **31**(7), 1820-1830. Acesso em 30 de outubro de 2013, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n7/v31n7a38.pdf>

Moreno-Andrade, I., Buitrón, G. (2008) Biodegradación óptima de compuestos fenólicos en un reactor discontinuo secuencial, *Biotecnología*, **12**(2), 49-59.

Gonçalves, M., Fox, E., Watson, L. (2008) Towards a digital library theory: a formal digital library ontology. *International Journal on Digital Libraries*, **8**(2), 91-114. doi:10.1007/s00799-008-0033-1

Citação do livro. Nomes dos autores separados por “,” (ano) título do livro, número da edição (se houver), Editora, local de publicação, total de páginas e local no final pp.

Bitton, G. (1994) *Wastewater Microbiology*, Wiley-Liss, New York, 478 pp.

Bratby, J. (2006) *Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment*, 2a ed., IWA Publishing, Alliance House, UK, 424 pp.

Citação de capítulo de livro. Nomes dos autores dos capítulos separados por “,” (ano) título do capítulo. Em / Em nomes dos editores do livro e local "(Eds.)", Nome do livro em itálico, editora, local de publicação, páginas do capítulo separadas por "-"

Cooper, P.F. (2001) Historical aspects of wastewater treatment. In Lens P., Zeeman G., Lettinga G. (Eds.), *Decentralised Sanitation and Reuse*, IWA Publishing, London, 11-38.

Dennis W. Grogan (2008), Genetic Analysis in Extremely Thermophilic Bacteria: An Overview. In Frank T. Robb, Garabed Antranikian, Grogan, Dennis W., Arnold J.M. Driessen, (Eds.), *Thermophiles. Biology and Technology at High Temperatures*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 205-211.

Citação de trabalho apresentado em congresso. Nomes dos autores do trabalho separados por “,” (ano) título do trabalho, nome do congresso / simpósio em itálico, local e data do congresso.

Matias, C.J., Leal, M.T., Sanchez, M., Bandala, E.R. (2002) Tratamiento de agua residual proveniente de la industria textil mediante fotocatalisis solar, *XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Cancún, México.

Santiago-Cruz S.G., Moreno-Andrade I. (2014) Effect of toxic compounds on aerobic granular sludge degrading municipal wastewater, *11th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies*, Abu Dhabi, United Arab Emirates.

Citação de tese. Nomes dos autores do trabalho separados por “,” (ano) título da tese em itálico, especificar o grau da tese (bacharelado, mestrado, doutorado), nome do programa, nome da universidade, local, total de páginas da tese.

Barros, M.U.G. (2013) *Prospecção de Cylindrospermopsis raciborskii em reservatórios no Ceará e efeitos da depleção de nutrientes na sua concentração celular*, Tese de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, 100 pp.

Bessa, E.S. (2006) *Saneamento e Cidadania: privatização, municipalização e mecanismos de controle*, Tese (Doutorado Serviço Social), Programa de Pós-Graduação da Escola de Serviço Social da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 326p.

Prado, D.A. (2010) *Estudo do teor de fósforo total nos efluentes da indústria de biodiesel*, Monografia (Graduação em Licenciatura em Química), Centro de Ciências, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 50 pp.

Zagatto, P.A. (1995) *Évaluation écotoxicologique du réservoir Guarapiranga, SP-Brésil, en relation avec le problème des algues toxiques et des algicides*. These Docteur, Centre des Sciences de l'Environnement, Université de Metz, France, 87 pp.

Citação de Normas Oficiais, convênios, relatórios, decretos / Publicação de instituições. Siglas do nome da instituição / entidade, nome completo da instituição / entidade (ano) nome da norma, relatório, lei ou decreto em itálico, meio de publicação, data de publicação, instituição que elabora, local de publicação, total páginas "Pp".

EPA, Environmental Protection Agency (1999) *The Benefits and Cost of the Clean Air Act from 1990 to 2010*. Reporte EPA-410-R-99-001, 114 pp

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2001) *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, Diario Oficial de la Federación, Última reforma publicada el 26 de mayo de 2011.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010) *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*, Diario Oficial de la Federación, jueves 30 de diciembre de 2010.

Citação de informações consultadas na Internet. Siglas do nome da instituição / entidade, nome completo da instituição / entidade (ano) nome da norma, relatório, lei ou decreto em itálico, meio de publicação, data de publicação, instituição que elabora, local de publicação, total páginas “Pp”. Deve ser colocado o link direto e atualizado para as informações consultadas, bem como a data da consulta.

AAPP, Asociación Agrícola de Productores de Plátano del Soconusco (2013) *Junta Local de Sanidad Vegetal de Productores de Plátano del Soconusco*. Consultado el 20 de agosto de 2013, desde: <http://www.platanerosoconusco.com/juntalocal.html>

COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2015) *Monitoramento Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos, Campanha Novembro/2014*. Acesso em 03 de fevereiro de 2015, disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao>

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (2012) *Cidades@*. Acesso em 29 set. 2012, disponível em: www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1