



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Relação da Demanda por Água e Disponibilidade Hídrica do Rio Acre Frente ao Crescimento Populacional do Município de Rio Branco, Acre, Brasil

Carolina de Lima Accorsi Montefusco¹, Wilians Montefusco da Cruz², Daniela Silva Tamwing³, Rodrigo Otávio Peréa Serrano⁴, José Genivaldo do Vale Moreira⁵

¹Mestre em Ciência e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Acre, Engenheira Civil, Universidade Federal do Acre, carolina.montefusco@ufac.br (autor correspondente)

²Doutorando em Saúde Coletiva pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Acre, Engenheiro Civil, Instituto Federal do Acre, wilians.cruz@ifac.edu.br

³Mestre em Ciência e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Acre, Engenheira Civil, eng.danitamwing@gmail.com

⁴Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia pela Universidade Federal do Acre, rodrigo.serrano@ufac.br

⁵Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia pela Universidade Federal do Acre, jose.moreira@ufac.br

Artigo recebido em 19/06/2023 e aceito em 04/10/2023

RESUMO

O rio Acre é um manancial de fundamental importância para a população de Rio Branco, pois é por meio dele que é realizada a captação de água para abastecimento da cidade. O presente estudo avaliou o comportamento da dinâmica entre a demanda e oferta hídrica frente ao crescimento populacional até o ano de 2040. Estimou-se a demanda por água com base em dados censitários do IBGE e do SNIS, utilizando respectivamente, a população futura, por meio de projeção aritmética, e o consumo *per capita* de água para a cidade com valor de 160 l/hab.dia. Quanto à disponibilidade hídrica, estimou-se as vazões mínimas entre 2020-2040 com base nos dados fluviométricos da ANA entre 1970-2020, em um modelo de regressão linear. Comparando-se a demanda com a disponibilidade hídrica, segundo a vazão de referência Q_{90} , observou-se que o manancial possui vazão suficiente para atender até 2040. Sendo assim, foi estudado o volume de captação pela concessionária a fim de compreender os problemas enfrentados pela população, principalmente na época de estiagem, como racionamento e desabastecimento. Verificou-se que o sistema capta baixos volumes de água, na ordem inferior a 8% da vazão disponível pelo manancial. Enquanto isso, em 2023, a demanda representa cerca de 50% do volume de água captado. Nesse contexto, o obstáculo presente se manifesta na etapa de distribuição de água, tornando-se relevante a proposição de aprimoramentos no sistema vigente de abastecimento urbano, trazendo à população um serviço de excelência, considerando sua natureza como recurso essencial à subsistência.

Palavras-chave: Segurança Hídrica. Recursos Hídricos. Abastecimento de Água. Consumo *per capita*.

Evaluation of the Relationship Demand for Water and Water Availability in the Acre River and Population Growth in the Municipality of Rio Branco, Acre, Brazil

ABSTRACT

The Acre River is a source of fundamental importance for the population of Rio Branco, as it is through it that water is collected to supply the city. The present study evaluated the behavior of the dynamics between water demand and supply in relation to population growth until the year 2040. The demand for water was estimated based on census data from IBGE and SNIS, respectively using the future population, for means of arithmetic projection, and the per capita water consumption for the city with a value of 160 l/inhabitant.day. Regarding water availability, the minimum flows between 2020-2040 were estimated based on ANA fluviometric data between 1970-2020, in a linear regression model. Comparing demand with water availability, according to the Q_{90} reference flow, it was observed that the source has sufficient flow to meet the needs until 2040. Therefore, the volume of abstraction by the concessionaire was studied in order to understand the problems faced by the population, especially during the dry season, such as rationing and shortages. It was found that the system captures low volumes of water, in the order of less than 8% of the flow available through the spring. Meanwhile, in 2023, demand represents around 50% of the volume of water collected. In this context, the present obstacle manifests itself in the water distribution stage, making it relevant to propose improvements to the current urban supply system, providing the population with an excellent service, considering its nature as an essential resource for subsistence.

Keywords: Water Security. Water resources. Water supply. Per Capita Consumption.

Introdução

A água é um recurso ambiental essencial para a vida e para a qualidade de vida da população e de todos os seres vivos; possui funções múltiplas, pois serve de insumo à produção, é recurso estratégico para o desenvolvimento econômico, é indispensável para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas; além de funcionar como referência cultural (Moreira et al., 2021).

Nesse mesmo diapasão, Damasceno (2023) afirma que a água potável é um bem vital e essencial à vida e deve ser prestada continuamente em quantidade mínima, indispensável à subsistência.

Em vista disso, a água é um fator crítico para todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos para a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2021).

Em si tratando de nomenclatura, há que ressaltar a existência de distinção entre água e recurso hídrico, Moreira et al. (2021) esclarece que a água a partir do momento em que se agrega valor econômico, passa a ser denominada como recurso hídrico.

É ponto pacífico que o crescimento populacional, aliado à intensa urbanização, amplia as demandas em diversos setores e neste cenário, a quantidade de água disponível fica comprometida. Aliado a isto Venturi (2021) destaca que não existe crise hídrica no Brasil, mas, sim, crise de gerenciamento hídrico. Um gerenciamento negligente e ineficiente, que permite, por exemplo, que o menor índice de acesso à água potável ocorra na Região Amazônica, exatamente onde há mais água no mundo.

Em várias regiões do mundo a demanda por água tem superado a disponibilidade hídrica. A falta de água para atendimento às necessidades humanas e à prática das atividades econômicas tem se tornado cada vez mais recorrente em algumas regiões do Brasil (Carvalho et al., 2021). Apesar da enorme reserva de água doce brasileira, o Brasil não garante, por uma série de motivos, o abastecimento de água potável para toda a população e, com a crescente demanda, enfrenta desafios para equacionar um equilíbrio entre a disponibilidade hídrica existente e a procura por múltiplos usos (Castro, 2022).

Sammogine (2021) ressalta que ao analisar a evolução da população mundial ao longo do século XX, é possível observar um aumento expressivo na sua taxa de crescimento. Em 1900, a

população era de 1,6 bilhão, passou para 3,0 bilhões em 1960 e saltou para 7,8 bilhões em 2020. Dessa forma, de 1900 a 1960 a população mundial cresceu 89% e nos 60 anos seguintes, 158%. Já o consumo global de água doce aumentou seis vezes nos últimos cem anos e, desde a década de 1980, continua a crescer a uma taxa de cerca de 1% ao ano (UNESCO, 2021).

Compreender o aumento do consumo de água e as tendências futuras é fundamental para um adequado planejamento dos serviços de infraestrutura urbana (Almino & Rufino, 2021). A demanda hídrica está condicionada à tendência de crescimento em quatro âmbitos: humano, econômico, ecossistêmico e resiliência (Santos, 2022).

Em 2016, por exemplo, a cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre, vivenciou uma das piores secas já observadas, quando o rio Acre, manancial de onde se faz a captação de água para o abastecimento público da cidade, chegou à cota de 1,30 m, nível mais baixo já registrado (Tamwing et al., 2021). Naquela conjuntura, o abastecimento de água experimentou uma falência operacional, conduzindo o governo à declaração de estado de emergência, com o propósito de mobilizar recursos destinados às iniciativas de ajuda às pessoas impactadas pelo evento extremo e ao restabelecimento das atividades essenciais. Deu-se destaque às ações relacionadas às infraestruturas públicas associadas à implementação de medidas como racionamento e rodízio na distribuição de água (Montefusco, 2022).

A escassez é um desequilíbrio entre demanda e oferta. Para entender as causas de crise de oferta, precisa-se ir além da escassez de chuvas e compreender pontos que podem ser melhorados na gestão de recursos hídricos das cidades (Thompson, 2021).

A segurança hídrica consiste em garantir o acesso a água de boa qualidade e em quantidades suficientes para satisfazer o bem-estar das presentes e futuras gerações, bem como a manutenção dos ecossistemas, aliando-se ao controle dos efeitos de eventos extremos e das mudanças climáticas (Santos, 2020).

A segurança hídrica, de acordo com o conceito da Organização das Nações Unidas (ONU), existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro

dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência (Santos, 2022).

Diante de todo o exposto, pode-se afirmar que a situação atual, para melhor uso dos recursos hídricos, evidencia a necessidade de uma melhor gestão hídrica, conforme aponta o relatório “O Valor da Água” de autoria da UNESCO (2021).

Nesse contexto, a expectativa é a busca constante pela conquista da sustentabilidade hídrica, que envolve, primordialmente, a preservação de um equilíbrio dinâmico entre a disponibilidade e a demanda por água.

Diante do exposto, foram formulados os seguintes questionamentos como ponto de partida para a problematização local e que serviram de motivação para a pesquisa, tais como: Quais são os potenciais causas para as crises recorrentes no abastecimento de água no município de Rio Branco? É em virtude da disponibilidade hídrica do manancial ou problemas oriundos na gestão do sistema de abastecimento de água da cidade? Considerada a taxa de crescimento demográfico e os níveis crescentes de consumo de água, rio Acre será capaz de atender às necessidades futuras do município? Desta forma, formulou-se a hipótese de que a baixa vazão de água do rio Acre no período de seca é o principal fator de comprometimento ao atendimento com abastecimento de água para a população de Rio Branco.

Nesta conformidade, o presente estudo teve por objetivo analisar o comportamento da disponibilidade hídrica do rio Acre, através de suas vazões, comparando com a demanda de água futura para a cidade de Rio Branco, por meio da estimativa de volume esperado para o abastecimento da população ao longo dos próximos anos, no intervalo de 2020 – 2040. Tais resultados deverão indicar sobre as condições do atendimento à demanda de água na cidade de Rio Branco, tendo em vista o crescimento populacional.

Adicionalmente foram estudados a relação entre o volume de água captado e a disponibilidade hídrica do rio Acre, bem como a relação entre volume de água captado para abastecimento e

volume de água demandado pela população, afim de verificar onde está o entrave com os problemas enfrentados pela população no seu abastecimento diário.

Material e métodos

Para obtenção de resultados para cada análise proposta foi trabalhado um determinado método e coletados dados específicos para aplicação.

A metodologia utilizada na pesquisa para o cálculo da demanda por água envolveu a projeção de crescimento populacional através do método de projeção aritmética. Além disso, foram coletados os dados de consumo per capita de água do Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS.

Quanto aos estudos de volume de captação para atendimento ao abastecimento de água, aos dados referentes foram disponibilizados pela concessionária responsável pelo abastecimento da cidade.

Por fim para análise da disponibilidade hídrica do rio Acre foram observadas suas vazões mínimas, as quais estão catalogadas no site Hidroweb da Agência Nacional de Água e Saneamento – ANA.

De posse dos dados foram aplicadas os devidos métodos e análises estatísticas para cada etapa, as quais estão descritas com detalhes em cada subtópico a seguir e por fim obtidos os resultados que são apresentados na pesquisa.

Área de estudo

A cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre, localiza-se na Amazônia Sul-Occidental, região Norte do Brasil e possui uma área total de 8.835,15 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022), e área urbana de 87,42 km² sendo a 56.^a maior cidade do país entre os 5.570 municípios (IBGE, 2019). Rio Branco se localiza nas coordenadas 9°58'29" latitude sul e a 67°48'36" longitude oeste, numa altitude de 152,5 metros (Oliveira et al., 2021). Na Figura 1, exibe-se a localização da cidade de Rio Branco, com destaque à parte urbana.

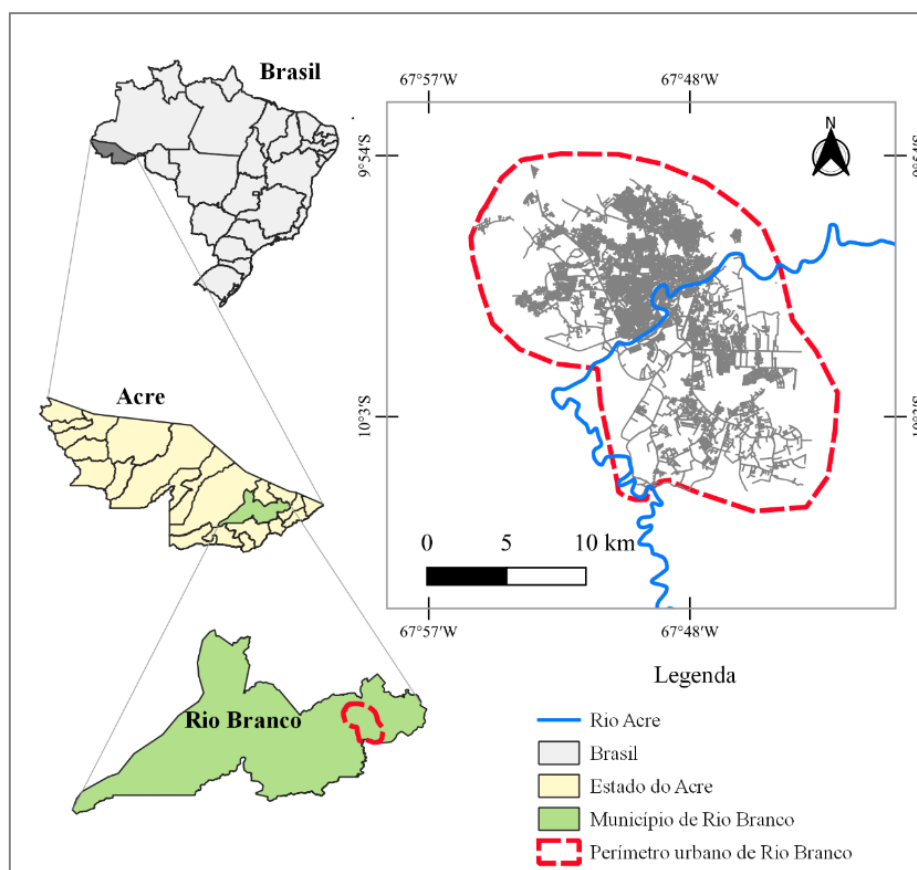


Figura 1: Identificação da área de estudo.

Rio Branco possui 364.756 habitantes, de acordo com o último censo populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

No tocante à hidrografia, a cidade de Rio Branco possui o rio Acre como principal corpo hídrico. É um curso de água que possui extensão total de aproximadamente 1.190 km, tem sua nascente no Peru na cota na ordem entre 300 a 400 m de altitude e deságua no Brasil, na margem direita do rio Purus, junto à

cidade amazonense de Boca do Acre, aproximadamente na cota de 130 m (Accorsi, 2014; Beser de Deus, 2013; Neto et al., 2017; Silva, 2015).

Na cidade de Rio Branco, o rio Acre, dentro do perímetro urbano (Figura 2a), tem extensão de 15,83 km de comprimento, perpassa na parte central da cidade, dividindo-a em dois distritos, referentes ao lado esquerdo, conhecido como primeiro distrito, e o lado direito, como segundo distrito (Bonfanti et al., 2020).



Figura 2: Vista aérea de Rio Branco e o Rio Acre durante eventos de seca e cheia.

Fazendo parte da região amazônica, a área em estudo apresenta um clima equatorial quente e úmido, com altas temperaturas e com duas estações bem definidas. Nos meses entre novembro e abril, caracterizado por altos índices pluviométricos, tem-se a estação chuvosa, e especificamente entre janeiro e abril ocorre a maior incidência de enchentes com potencial de inundação. Já nos meses de maio a outubro ocorre a estação não chuvosa, período em que o rio Acre atinge as menores cotas, quando se registram os menores valores de vazão, acarretando, por vezes, situações de estresse no abastecimento de água (Figura 2b) (Accorsi, 2014; Acre, 2010; Acre, 2017; Macêdo et al., 2013; Oliveira et al., 2021).

O rio Acre é considerado um dos principais rios do estado do Acre, e responsável pelo abastecimento de água da cidade de Rio Branco, capital do estado (Sousa, 2011). A captação de água para consumo da cidade de Rio Branco é realizada por meio de duas torres de captação (Figuras 3a e 3b) junto ao rio Acre (manancial superficial), denominadas ETA I e ETA II, respectivamente. A gestão e o gerenciamento do sistema de abastecimento de água da cidade, entre os anos de 2012 a 2021, foi de responsabilidade da concessionária Departamento Estadual de Água e Saneamento – DEPASA (Montefusco et al., 2021).

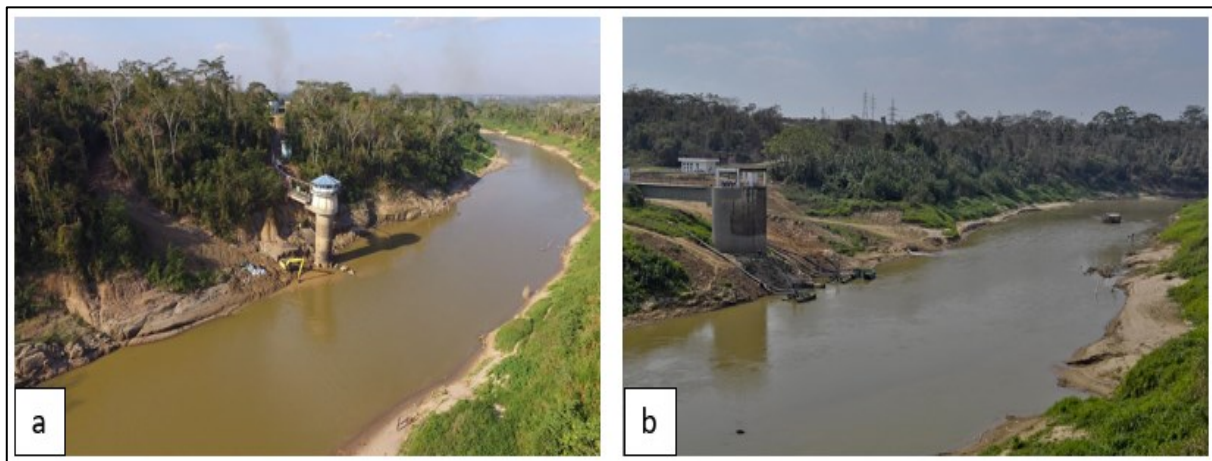


Figura 3: Torres de captação de água no rio Acre – ETA I e II. Fonte: Montefusco 2022 – Adaptado pelos autores (2023).

Estimativa crescimento populacional

Para o cálculo da demanda de água necessária para o abastecimento é essencial a posse dos dados de crescimento populacional da zona atendida, para isto projeta-se a taxa populacional.

A projeção da demanda de água para a cidade de Rio Branco estudada será o intervalo

entre os anos de 2020 à 2040. Baseando-se nos dados populacionais do IBGE (Tabela 1), realizou-se a metodologia de estimativa populacional, através do método da projeção aritmética proposto por Sperling (2014) (Equações 1 e 2), pela curva de crescimento populacional, segundo uma taxa constante de crescimento.

Tabela 1. Dados censitários da cidade de Rio Branco para a projeção populacional.

Ano	Nomenclatura	População (hab.)	Nomenclatura
1991	t_0	196.871	P_0
2000	t_1	252.885	P_1
2010	t_2	336.038	P_2

Fonte: IBGE, Censos Demográficos (1991; 2000; 2010) – Adaptado pelos autores (2023).

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \quad (\text{Eq. 2})$$

Estimativa de demanda futura de água com base no consumo per capita

De acordo com Magalhães et al. (2001), para se estimar a quantidade de água exigida pela população, na área de projeto, é necessário conhecer o consumo médio diário de água de um indivíduo, comumente denominado de Quota “*Per Capita*” (QPC) ou Consumo “*Per Capita*”.

Quanto a isso, de acordo com as séries históricas disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foi possível obter o consumo *per capita* de água da cidade de Rio Branco, estabelecendo então para utilização nos cálculos desse estudo a média dos últimos 10 anos (Tabela 2).

Tabela 2. Consumos per capita de água na cidade de Rio Branco com base no SNIS.

Ano de referência	Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)
2021	166,64
2020	161,96
2019	167,71
2018	165,13
2017	169,21
2016	170,61
2015	172,50
2014	173,44
2013	122,03
2012	87,61
Média	155,68 ~ 160,00

Fonte: Pelos autores (2023).

Vazão captada pela concessionária no rio Acre

Na Tabela 3 são apresentados os volumes captados de água entre 2017 e 2020, através das duas torres de captação, ETA I e ETA II, fornecidos

pela concessionária DEPASA. Tais valores serão utilizados para a análise do volume captado em relação a disponibilidade hídrica do manancial, bem como em relação a demanda por água.

Tabela 3. Vazão de captação de água do rio Acre (ETA I+II) por dia.

CAPTAÇÃO POR DIA (m³/s)					
ETA I+II	Mês	2017	2018	2019	2020
		Captado	Captado	Captado	Captado
	Janeiro	0,87	1,51	1,39	1,44
	Fevereiro	1,30	1,46	1,44	1,53
	Março	1,43	1,49	1,40	1,53
	Abril	0,86	0,95	1,41	1,33
	Maio	1,54	1,48	1,29	1,43
	Junho	1,53	1,41	1,33	1,48
	Julho	1,52	1,42	1,42	1,52
	Agosto	1,46	1,47	1,63	1,41
	Setembro	1,40	1,42	1,53	1,57
	Outubro	0,91	1,46	1,43	1,42
	Novembro	1,49	1,39	1,46	1,38
	Dezembro	1,47	1,44	1,47	1,51

Fonte: Dados fornecidos pelo Depasa – Adaptado pelos autores (2023).

Observa-se assim que não há uma tendência de volumes de captação maiores no período de janeiro a abril, que é a ocorrência de altos índices pluviométricos e cotas maiores no rio Acre, bem como volumes de captação menores nos meses entre junho a outubro, justamente meses de estiagem e vazões menores no manancial.

Exemplo disso pode ser observado em janeiro e abril de 2017 e em abril de 2018, destacados em vermelho, com os menores volume de captação do ano (justamente na estação chuvosa). Nos anos de 2019 e 2020 os maiores volumes de captação, destacados em verde, ocorreram nos meses de agosto e setembro (justamente na estação seca), respectivamente.

É importante frisar que a atual capacidade de tratamento de água para a cidade de Rio Branco é de 1.600 l/s ou 1,6 m³/s, conforme apontado pelo Saerb (Melo, 2022).

Oferta hídrica futura para o rio Acre

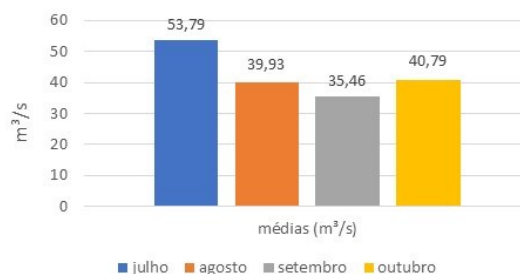
A avaliação da oferta/disponibilidade hídrica do rio Acre é realizada em função de suas vazões mínimas no período mais seco do ano.

Para a estimativa das vazões disponíveis nos períodos de estiagem, entre os anos de 2020 – 2040, para cidade de Rio Branco, foram utilizados os dados de vazões registrados pela estação fluviométrica sob código 13600002, localizada na margem do rio Acre e catalogados no site Hidroweb da ANA.

Os meses mais secos do ano, na cidade de Rio Branco, são julho, agosto, setembro e outubro. O mês de setembro apresentou as menores médias de vazão mínimas desse período, entre os anos de 1970 a 2020 (Gráfico 1). Dessa maneira foram utilizadas as vazões mínimas do referido mês, tendo em vista como pior cenário.

Sendo assim, fundamentando-se nas vazões mínimas e utilizando o método da regressão linear serão estimadas as vazões mínimas futuras para o rio Acre até 2040.

Gráfico 1. Médias das vazões mínimas do rio Acre no período de 1970 a 2020.



Os dados para elaboração desse referido gráfico estão apresentados por Montefusco (2022).

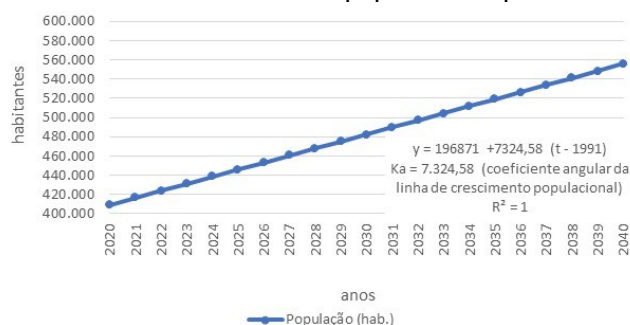
Resultados e discussões

Análise do Crescimento Populacional

Os dados populacionais estimados, possibilitaram observar que a população de Rio Branco terá um acréscimo de 35,79% de habitantes

em sua população, em 20 anos. Dessa forma, a população estimada para o ano de 2040 é de, aproximadamente 555.775 habitantes (Gráfico 2).

Gráfico 2. Estimativa aritmética de crescimento populacional para Rio Branco/AC até 2040.



Análise da demanda de água

A partir do conhecimento do consumo de água por habitante é possível calcular a demanda hídrica futura com base no crescimento populacional (Tabela 4). Além disso, é acrescido o

índice de perdas que ocorre no sistema e aumento do consumo de água em virtude da elevação de temperatura sazonal.

Tabela 4. Estimativa de demanda total de água até o ano 2040.

Ano	Habitantes (hab)	Habitantes (hab)	Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)	Demanda de Água por dia (m³/s)	Índice de aumento de consumo no verão – 15% (m³/s) ⁽²⁾	Índice de Perdas 62,51% ⁽³⁾	Demanda Total (m³/s)
(1)	(2)	Índice de Cobertura de Água 53,05% ⁽¹⁾	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2020	409.284	217.125	160,00	0,40	0,46	0,29	0,75
2021	416.608	221.011	160,00	0,41	0,47	0,29	0,77
2022	423.933	224.896	160,00	0,42	0,48	0,30	0,78
2023	431.258	228.782	160,00	0,42	0,49	0,31	0,79
2024	438.582	232.668	160,00	0,43	0,50	0,31	0,81
2025	445.907	236.553	160,00	0,44	0,50	0,32	0,82
2026	453.231	240.439	160,00	0,45	0,51	0,32	0,83
2027	460.556	244.325	160,00	0,45	0,52	0,33	0,85
2028	467.880	248.211	160,00	0,46	0,53	0,33	0,86
2029	475.205	252.096	160,00	0,47	0,54	0,34	0,87
2030	482.530	255.982	160,00	0,48	0,55	0,34	0,89
2031	489.854	259.868	160,00	0,48	0,55	0,35	0,90
2032	497.179	263.753	160,00	0,49	0,56	0,35	0,91
2033	504.503	267.639	160,00	0,50	0,57	0,36	0,93
2034	511.828	271.525	160,00	0,50	0,58	0,36	0,94
2035	519.152	275.410	160,00	0,51	0,59	0,37	0,96
2036	526.477	279.296	160,00	0,52	0,60	0,37	0,97
2037	533.802	283.182	160,00	0,53	0,60	0,38	0,98
2038	541.126	287.067	160,00	0,53	0,61	0,38	1,00
2039	548.451	290.953	160,00	0,54	0,62	0,39	1,01
2040	555.775	294.839	160,00	0,55	0,63	0,39	1,02

(1) Tendo em vista que ainda não foi alcançada a universalização no que diz respeito a cobertura de abastecimento de água na cidade de Rio Branco, será aplicada uma porcentagem de atendimento de 53,05% de população com acesso a água tratada. Calculado esse valor através da média dos índices de cobertura apresentadas, disponibilizada pelo Instituto TrataBrasil por meio do *Ranking* do Saneamento, divulgado entre os anos de 2011 a 2022.

(2) De acordo com estudos de Cortês et al. (2015), Torrente (2014) e Amaral (2000), o consumo da água está estritamente ligado a um forte componente sazonal e diretamente proporcional à temperatura, com o aumento do consumo nos meses mais quentes. Para o caso de Rio Branco, com forte sazonalidade, setembro é o mês que apresenta as maiores temperaturas, conforme apontado por Sousa (2020), justamente o mês crítico considerado no presente estudo. Dessa forma, soma-se, à demanda de água o índice de 15% em virtude dessas características

(3) Por meio do histórico de índice de perdas na distribuição, divulgados desde 2011 a 2022 pelo Instituto TrataBrasil, o qual se embasa nas informações prestadas pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), é possível estabelecer uma média de 62,51% de índice de perdas na distribuição para a cidade de Rio Branco.

Análise das vazões do rio Acre

Tendo em vista que a sazonalidade na região interfere de forma intensa no regime de

vazões do rio Acre e, de acordo com a série histórica disponibilizada pelo site Hidroweb da ANA, os meses com menores vazões são julho,

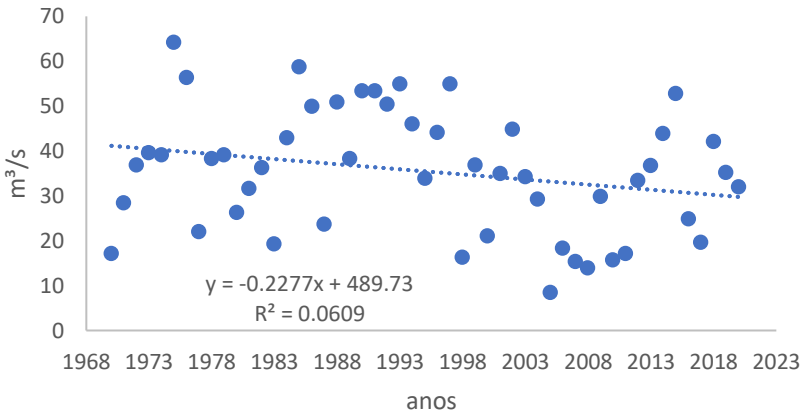
agosto, setembro e outubro, sendo assim, subentende-se que este é o período mais crítico para atender as necessidades do sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco.

O mês de setembro apresentou as menores médias de vazão, dessa maneira, foi o mês utilizado como referência para a estimativa de vazões mínimas futuras, até o ano 2040, considerando-se como o cenário mais pessimista do ponto de vista

do abastecimento de água na cidade de Rio Branco (Tamwing et al., 2021).

Dessa maneira, utilizaram-se as vazões mínimas referentes ao mês de setembro, no intervalo entre os anos de 1970 e 2020. A partir daí, valendo-se da técnica da regressão linear (Gráfico 3), obteve-se a estimativa futura para as vazões, na cidade de Rio Branco.

Gráfico 3. Regressão linear para estimativa de vazões na cidade de Rio Branco, para o período de 1970 – 2020.



A estimativa é de decréscimo anual de 0,228 m³/s, e essa tendência pode ser credenciada a diversos fatores, entre eles o aumento na atividade antrópica, além da variação temporal e espacial nos índices pluviométricos na bacia (Oliveira et al., 2021). Assim, a expectativa é que os índices fluviométricos decresçam a cada ano, diminuindo

a disponibilidade hídrica, destacadamente no período de estiagem.

A Tabela 5 mostra os valores estimados de vazão mínima para o rio Acre até o ano 2040 (mês de estiagem – setembro), os quais podem ser observados que decrescem com o passar dos anos.

Tabela 5. Vazões mínimas estimadas para o mês de setembro até o ano 2040.

Ano	Vazão (m³/s)	Ano	Vazão (m³/s)
2021	29,55	2031	27,27
2022	29,32	2032	27,04
2023	29,09	2033	26,82
2024	28,87	2034	26,59
2025	28,64	2035	26,36
2026	28,41	2036	26,13
2027	28,18	2037	25,91
2028	27,95	2038	25,68
2029	27,73	2039	25,45
2030	27,50	2040	25,22

Análise da captação de água no manancial

Considerando-se que foi usado o mês de setembro para a análise das vazões, de forma análoga, para estimativa de captação ao cenário futuro (por meio da regressão) (Gráfico 4), também

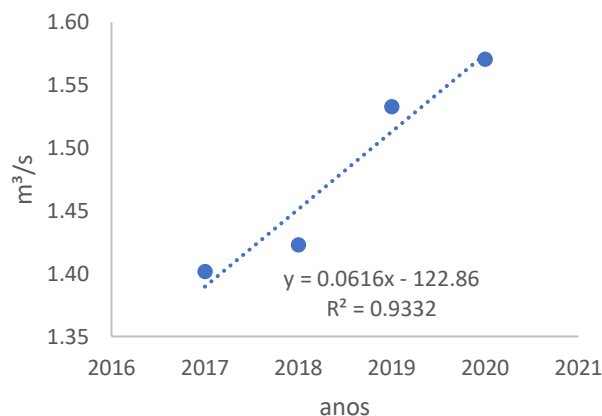
foram utilizados apenas os volumes captados no mês de setembro (Tabela 6). As vazões captadas utilizadas foram as disponibilizadas pelo DEPASA e que se encontram na Tabela 3.

Tabela 6. Vazão captada no rio Acre durante o mês de setembro.

Ano	Captação (m³/s) (ref.: setembro)
2017	1,40
2018	1,42
2019	1,53
2020	1,57

Fonte: Dados fornecidos pelo Depasa – Adaptado pelos autores (2023).

Gráfico 1. Regressão linear para estimativa de captação futura.



Após aplicação da metodologia de regressão, foram obtidos resultados dispostos na

Tabela 7 quanto estimativa de volume de água a ser captado no rio Acre, até 2040.

Tabela 7. Estimativa de volume de água a ser captada no rio Acre, em Rio Branco.

Ano	Captação por dia (m³/s)	Ano	Captação por dia (m³/s)
2021	1,64	2031	2,25
2022	1,70	2032	2,31
2023	1,76	2033	2,38
2024	1,82	2034	2,44
2025	1,88	2035	2,50
2026	1,94	2036	2,56
2027	2,01	2037	2,62
2028	2,07	2038	2,68
2029	2,13	2039	2,74
2030	2,19	2040	2,81

Fonte: Pelos autores (2023).

Confrontamento entre demanda por água e disponibilidade hídrica

Para a análise da disponibilidade hídrica foram contabilizados os valores de vazões mínimas suprimindo-se da mesma 30% (reserva hídrica de

segurança) da vazão de referência Q_{90} para o rio Acre no período seco.

De acordo com o estudo realizado por Tamwing et al., (no prelo), a vazão mínima Q_{90} para o período seco é 23,745 m³/s. Dessa maneira, para avaliação da disponibilidade hídrica do rio

Acre, foi aplicado um coeficiente de 70% da Q_{90} que pode ser utilizado em relação as vazões mínimas, para fins de abastecimento. Sendo assim,

as estimativas de vazões efetivamente disponíveis para captação estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Estimativa da disponibilidade hídrica do rio Acre, considerando a vazão outorgável Q_{90} .

Disponibilidade Hídrica – Estimativa			
Ano	Vazão Mínima do rio (m³/s)	Q_{90} Período Seco = 23,745 m³/s Retirada de 30% da Q_{90} = 7,124 m³/s	Vazão disponível para captação com base na vazão de referência (m³/s)
2020	31,98	7,12	24,86
2021	29,55	7,12	22,42
2022	29,32	7,12	22,20
2023	29,09	7,12	21,97
2024	28,87	7,12	21,74
2025	28,64	7,12	21,51
2026	28,41	7,12	21,29
2027	28,18	7,12	21,06
2028	27,95	7,12	20,83
2029	27,73	7,12	20,60
2030	27,50	7,12	20,38
2031	27,27	7,12	20,15
2032	27,04	7,12	19,92
2033	26,82	7,12	19,69
2034	26,59	7,12	19,46
2035	26,36	7,12	19,24
2036	26,13	7,12	19,01
2037	25,91	7,12	18,78
2038	25,68	7,12	18,55
2039	25,45	7,12	18,33
2040	25,22	7,12	18,10

Na Tabela 9 estão dispostos os resultados estimados no que concerne à demanda por água em virtude do crescimento populacional frente a disponibilidade hídrica do rio Acre.

Essa tabela evidencia que a demanda por água, atualmente não é, e não será um fator de comprometimento à vazão do rio Acre, pelo menos no horizonte até 2040, prazo considerado neste estudo. Atualmente, a demanda hídrica de uso

doméstico representa uma ordem inferior a 4% em relação a vazão disponível pelo manancial, e no final do intervalo de tempo proposta na pesquisa, esse valor apresenta possibilidade mínima de alcançar 10%.

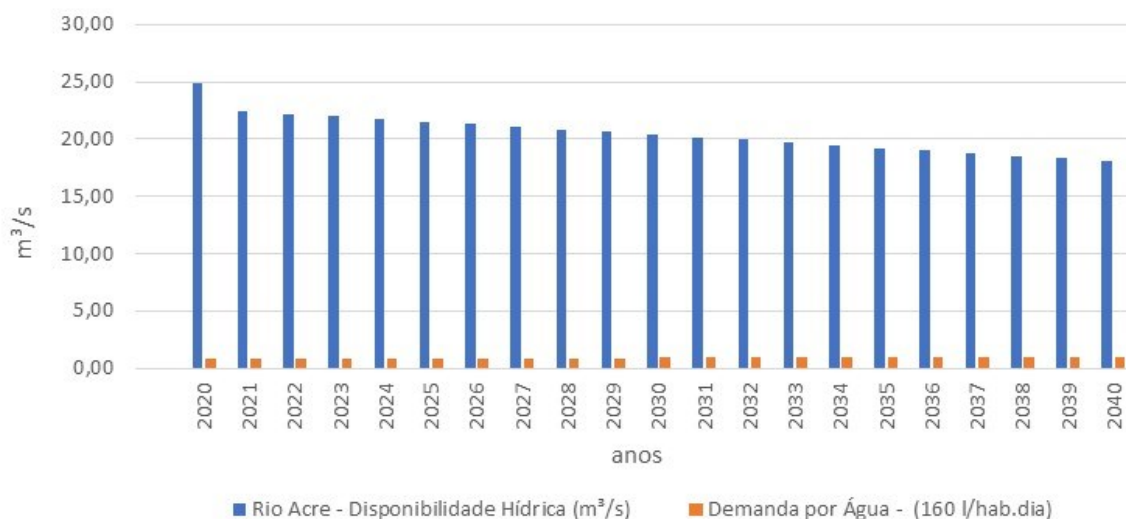
No Gráfico 5 são apresentados os resultados da estimativa da demanda e disponibilidade hídrica fornecida pelo manancial, no mês mais seco do ano (setembro), apresentando que a demanda por água é pequena, quando comparada com a oferta pelo rio Acre.

Tabela 9. Análise da demanda de água frente a disponibilidade hídrica do rio Acre (estimativa 2020 – 2040).

Ano	Disponib. Hídrica (m³/s)	Demanda por Água (m³/s)	Demanda em relação a Disponibilidade Hídrica
2020	24,86	0,75	3,03%
2021	22,42	0,77	3,42%
2022	22,20	0,78	3,51%
2023	21,97	0,79	3,61%
2024	21,74	0,81	3,71%
2025	21,51	0,82	3,81%
2026	21,29	0,83	3,92%
2027	21,06	0,85	4,02%
2028	20,83	0,86	4,13%
2029	20,60	0,87	4,24%
2030	20,38	0,89	4,36%
2031	20,15	0,90	4,47%
2032	19,92	0,91	4,59%
2033	19,69	0,93	4,71%
2034	19,46	0,94	4,84%
2035	19,24	0,96	4,97%
2036	19,01	0,97	5,10%
2037	18,78	0,98	5,23%
2038	18,55	1,00	5,37%
2039	18,33	1,01	5,51%
2040	18,10	1,02	5,65%

Fonte: Pelos autores (2023).

Gráfico 5. Estimativa de demanda de água e disponibilidade hídrica do rio Acre até o ano 2040.



Apesar de terem sido encontrados poucos estudos semelhantes na literatura com essa temática e análise de demanda e oferta hídrica, pode-se pontuar quatro escritos.

Em relação a disponibilidade hídrica se encontrar superior ao volume demandado pela cidade, como no caso de Rio Branco, verificou-se situação equivalente em Itapagipe (MG) e São Francisco (PB). De forma contrária foi observado na Bacia do Rio Sorocaba e na Bacia do Rio Uberabinha episódios de escassez hídrica, quando a demanda por água supera a oferta hídrica pelos mananciais.

Em Itapagipe-MG, Silva (2017) analisou o Ribeirão Cachoeira de Cima, o único manancial responsável pelo abastecimento do município, para o período de 2016 a 2088. O rio, com vazão disponível de 0,26 m³/s e o consumo hídrico em 2088 de 0,15 m³/s, a relação demanda/disponibilidade é de 57,7%, atendendo, com folga a demanda da cidade.

O estudo conduzido por Silva (2021) concluiu que no município de São Francisco-PB, no ano de 2040 espera-se consumir 0,0031 m³/s, representando apenas 20% da vazão disponível de 0,015 m³/s do manancial Manoel Vicente de Maria.

No estudo conduzido por Abreu e Tonello (2018), na Bacia do Rio Sorocaba, o cenário já se torna preocupante, pois as demandas por água em

2018 já representavam 49% da disponibilidade hídrica da bacia, logo em futuro próximo poderão ser observados episódios de escassez hídrica.

Ainda nessa questão pode-se destacar também o estudo de Queiroz e Oliveira (2013), que também apontam períodos críticos na análise da relação entre a demanda de água e produção hídrica, enfatizando que a cada 14 anos ocorra uma situação de escassez hídrica na Bacia do Rio Uberabinha, ou seja, a produção hídrica será inferior ao volume outorgado. Assim, quando o montante de captação atingir ao outorgado, a retirada de água por demanda será maior que a vazão do rio.

Da mesma forma é observado em Feira de Santana, onde foi realizado um estudo por Aguiar et al. (2020) e conclui-se que a oferta de água já enfrenta obstáculos relacionados a disponibilidade hídrica, não conseguindo atender a demanda imposta pela população

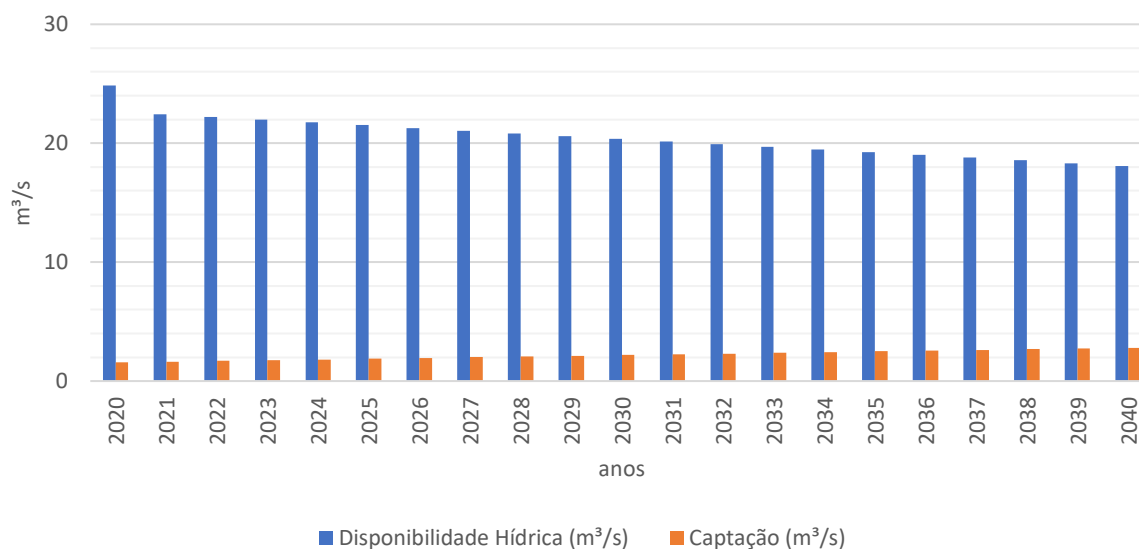
Confrontamento entre captação de água e disponibilidade hídrica

Quando se contrasta a captação de água para abastecimento frente a vazão disponível do rio Acre, os resultados dispostos na Tabela 10 e no Gráfico 6 destacam o percentual de captação em relação a disponibilidade hídrica, visto que é importante considerar envolvidas no sistema.

Tabela 10. Análise da captação de água frente a disponibilidade hídrica (estimativa 2020 – 2040).

Ano	Disponibilidade Hídrica (m³/s)	Captação (m³/s)	Captação em relação a Disponibilidade Hídrica
2020	24,86	1,57	6,32%
2021	22,42	1,64	7,30%
2022	22,20	1,70	7,65%
2023	21,97	1,76	8,01%
2024	21,74	1,82	8,37%
2025	21,51	1,88	8,75%
2026	21,29	1,94	9,13%
2027	21,06	2,01	9,52%
2028	20,83	2,07	9,92%
2029	20,60	2,13	10,33%
2030	20,38	2,19	10,75%
2031	20,15	2,25	11,18%
2032	19,92	2,31	11,61%
2033	19,69	2,38	12,06%
2034	19,46	2,44	12,52%
2035	19,24	2,50	12,99%
2036	19,01	2,56	13,47%
2037	18,78	2,62	13,96%
2038	18,55	2,68	14,46%
2039	18,33	2,74	14,98%
2040	18,10	2,81	15,51%

Gráfico 6. Análise entre disponibilidade hídrica do rio Acre e volume captado (estimativa 2020 – 2040).



Desta forma, é possível constatar que os atuais problemas sofridos pela população de Rio Branco quanto ao abastecimento de água nos meses de estiagem, como racionamento e desabastecimento, atualmente, não se dão em virtude das baixas vazões do rio. O volume de captação de água do rio Acre está na ordem entre 7% e 8% apenas da vazão disponível para uso, podendo assim, se ter uma margem de uso superior a 50%, o que poderia atender a um número maior

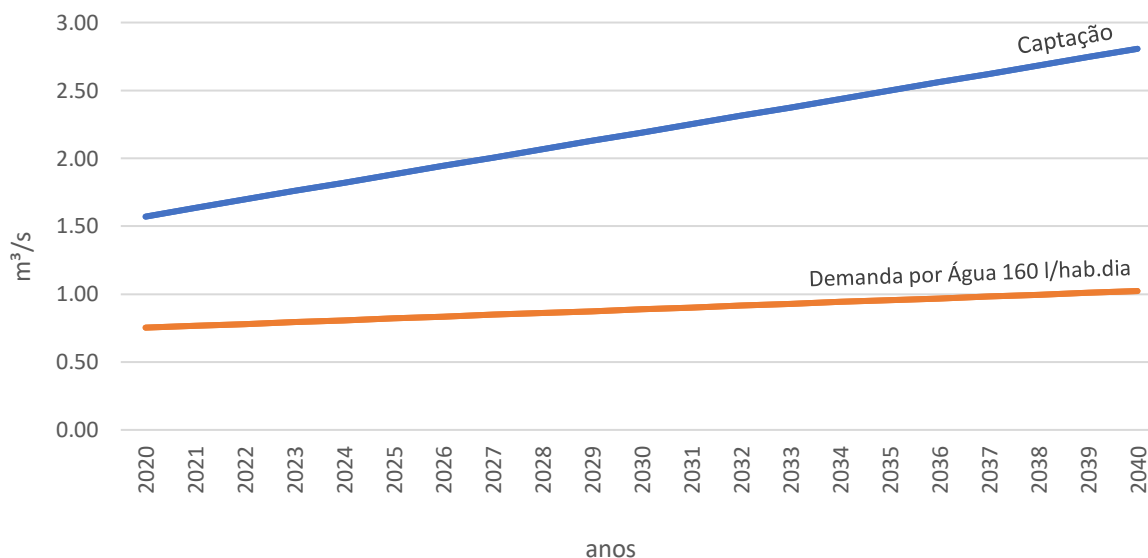
de habitantes e/ou volume maior de distribuição de água.

Confrontamento entre demanda hídrica e captação de água

Por fim, foram analisados o volume de captação em relação ao suprimento da demanda por água pela população, conforme observa-se na Tabela 11 e cujo comportamento é melhor destacado no Gráfico 7.

Tabela 11. Análise da demanda hídrica frente a captação de água (estimativa 2020 – 2040).

Ano	Captação (m³/s)	Demanda por Água (m³/s)	Demanda em relação a Captação
2020	1,57	0,75	47,95%
2021	1,57	0,77	48,83%
2022	1,57	0,78	49,69%
2023	1,57	0,79	50,55%
2024	1,57	0,81	51,40%
2025	1,57	0,82	52,26%
2026	1,57	0,83	53,12%
2027	1,57	0,85	53,98%
2028	1,57	0,86	54,84%
2029	1,57	0,87	55,70%
2030	1,57	0,89	56,55%
2031	1,57	0,90	57,41%
2032	1,57	0,91	58,27%
2033	1,57	0,93	59,13%
2034	1,57	0,94	59,99%
2035	1,57	0,96	60,85%
2036	1,57	0,97	61,71%
2037	1,57	0,98	62,56%
2038	1,57	1,00	63,42%
2039	1,57	1,01	64,28%
2040	1,57	1,02	65,14%

Gráfico 7. Análise da demanda hídrica frente a captação de água (estimativa 2020 – 2040).

Quando se compara a demanda hídrica pela população em relação ao volume de água captada pela concessionária, verifica-se que este atende à demanda para o uso. Evidencia-se que é de extrema necessidade a implementação de melhorias na gestão do sistema de abastecimento de água da cidade de Rio Branco, a fim de averiguar e solucionar possíveis problemas que estão ocorrendo na distribuição da água tratada, a qual não consegue chegar às residências da população,

e não usufruindo de um serviço essencial e que carece de qualidade.

Corroborando com a análise realizada, pode-se destacar o estudo realizado pela Agência Nacional de Água e Saneamento – ANA (2021). Na temática de segurança hídrica, foi verificado que no Brasil 39% das sedes apresentaram sistema produtor de água satisfatório, enquanto 42% requerem ampliações das unidades e os demais 19% necessitam de apenas adequações. Para a capital Rio Branco, a avaliação apresentou como

resultado que a cidade dispõe de um manancial não vulnerável, mas que requer ampliação e/ou

adequação nos sistemas de produção de água para melhor atendimento à população (Figura 4).

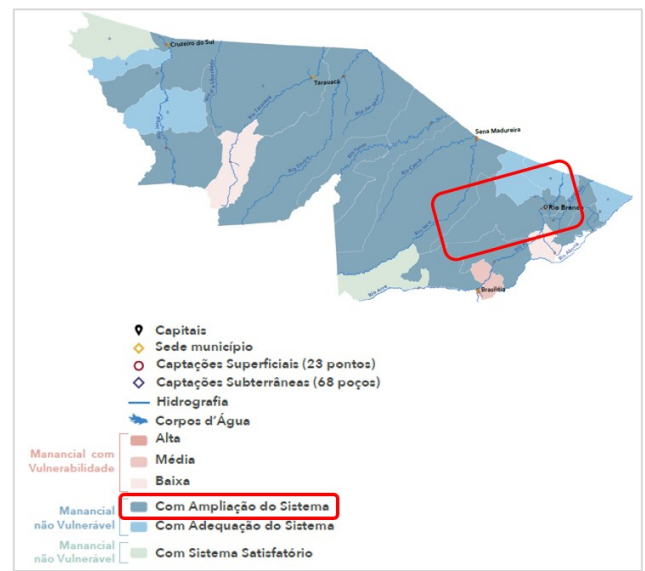


Figura 4: Diagnóstico de análise do manancial e sistema produtor de água no estado do Acre.
Fonte: ANA (2021) – Adaptado pelos autores (2023).

Como solução proposta pela Agência é indicado, para garantir maior segurança hídrica à capital, a ampliação e modernização do sistema de abastecimento de Rio Branco (Agência Nacional de Água e Saneamento [ANA], 2021). Dessa maneira se reforça a ideia de que o entrave no atendimento à população em relação ao abastecimento de água no município se dá em virtude do sistema produtor de água e não da disponibilidade hídrica do rio Acre no que tange a sua oferta de água, sendo assim não confirmando a hipótese levantada no início do trabalho.

No intuito de analisar a constatação de que o volume captado tem atendido a demanda por água, na cidade de Rio Branco, foram comparados os dados fornecidos pela concessionária ao Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS) com relação ao volume de água tratada, ou seja, que após captada e tratada está apta a ser distribuída, e o volume de água consumido pela população com acesso a água no município (Tabela 12 e Gráfico 8).

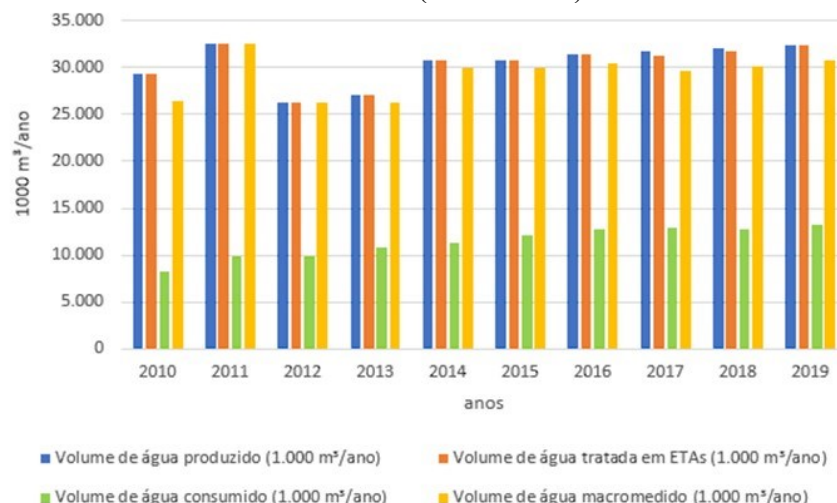
Tabela 12. Dados de volume de água no sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco-AC (2010 – 2019).

Ano	Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	Volume de água tratada em ETAs (1.000 m³/ano)	Volume de água consumido (1.000 m³/ano)	Volume de água macromedido¹ (1.000 m³/ano)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2010	29.301	29.301	8.183	26.371
2011	32.548	32.548	9.859	32.548
2012	26.272	26.272	9.859	26.272
2013	27.060	27.060	10.767	26.272
2014	30.832	30.832	11.321	29.934
2015	30.832	30.832	12.122	29.934
2016	31.449	31.446	12.713	30.496
2017	31.779	31.209	12.865	29.649
2018	32.024	31.758	12.714	30.102
2019	32.393	32.393	13.231	30.704

Obs. 1: medição de grandes volumes de água realizada na saída das ETAs (Estação de Tratamento de Água).

Fonte: Dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) - Série Histórica – Adaptado pelos autores (2023).

Gráfico 8. Análise dos dados de volume de água no sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco-AC (2010 – 2019).



Observa-se, por exemplo, que em 2019 o volume de água produzido foi cerca de 2,45 vezes maior que o volume de água consumido. Ainda é possível constatar que o volume de água macromedido (coluna 5 da Tabela 12), ou seja, volume de água disponível para distribuição, é superior ao volume de água efetivamente consumido (coluna 4 da Tabela 12). Dessa maneira, reforça-se a ideia de que se tem água captada, tratada e disponível para consumo, e que o rio Acre tem atendido com seus volumes de vazão, a dificuldade reside na etapa de distribuição. Sendo assim mais uma vez a hipótese apresentada no trabalho não pode ser confirmada.

Apreciando ainda os valores de água produzido e consumido justifica-se os altos índices de perdas e desperdícios ocorridos no sistema, demonstrando que mais da metade de água captada e tratada não é entregue às ligações domiciliares.

Além disso, ainda ocorrem as interrupções no sistema de distribuição, em virtude de sinistros e falhas ocorridos na etapa de distribuição do sistema de abastecimento de água, como: rompimentos de tubulações, falhas mecânicas em conjuntos motobombas, vazamentos em reservatórios, etc. São recorrentes nos noticiários digitais da cidade de Rio Branco as reclamações, denúncias e informes quanto aos problemas enfrentados pela população. Quando ocorrem afetam grande número de bairros e consequentemente uma quantidade elevada da população atendida.

Dessa maneira, ao final desse estudo pode-se concordar com a fala de Venturi (2021) quando afirma que a crise de abastecimento hídrico se equaciona com planejamento subsidiado pela ciência, obras e gestão eficiente, destacando para os resultados aqui alcançados, no aumento da

capacidade técnica de tratamento e distribuição de água.

Conclusões

Os resultados do presente estudo permitiram conclusões relevantes quanto à relação entre a demanda por água para abastecimento na cidade de Rio Branco e a disponibilidade hídrica do manancial utilizado como fonte de captação. Pode-se apresentar as constatações abaixo, separadas por cada análise realizada.

➤ Demanda por água x Disponibilidade hídrica do manancial

Considerando-se o aumento populacional gradativo, na ordem de 1,79% ao ano, para a cidade de Rio Branco e, consequentemente, na demanda por água, ao se confrontar com a disponibilidade hídrica, não ficou caracterizada como o principal fator de comprometimento ao atendimento com água para a capital, uma vez que a demanda hídrica estimada com base em consumo de 160 l/hab.dia representa, no máximo, 5,65% em relação a vazão disponível, no horizonte de 2020 a 2040.

➤ Captação de água do manancial x Disponibilidade hídrica do manancial

No que tange à captação, os resultados permitiram concluir que a vazão captada em Rio Branco corresponde, aproximadamente, menos que 10% da vazão disponível. Verificou-se, ainda, que a vazão captada nos meses críticos (julho, agosto, setembro e outubro) se assemelha aos valores registrados no período chuvoso, quando os valores de vazão são mais abundantes.

➤ Captação de água x Demanda populacional por água

Tem-se ainda que na análise da relação entre o volume de captação de água frente a demanda hídrica pela população observou-se que a

demanda, com base em consumo de 160 l/hab.dia, representa cerca de 50% do que é captado. Evidenciou, assim, necessidades de melhorias na gestão do sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco, principalmente na etapa de distribuição.

Outro fator importante que merece ser destacado são as perdas na distribuição no sistema de abastecimento público, mensurado em 62,51%, apontando a necessidade de medidas de redução de perdas, através de manutenção e modernização nas redes existentes. Com a redução das perdas, consequentemente ter-se-ia um maior volume de água disponível a população, contribuindo, desta forma, com uma melhor eficiência na distribuição de água e reduzindo os problemas enfrentados pela população, como o racionamento de água na cidade.

Dessa maneira, é evidente que o problema em relação ao abastecimento público de água, atualmente, se dá na gestão e operacionalização do sistema por parte da concessionária. São necessárias melhorias e investimentos no setor, bem como realização de manutenções preventivas, a fim de entregar à população um serviço com qualidade e quantidade satisfatória para garantir mais qualidade de vida, evitando assim racionalização e rodízios no abastecimento, como frequentemente ocorre.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), pela disponibilização de dados, os quais possibilitaram o desenvolvimento do presente estudo.

Referências

Abreu, M. C., & Tonello, K. C. 2018. Disponibilidade e demanda hídrica na bacia do rio Sorocaba, Brasil: um alerta à gestão dos recursos hídricos. *Sociedade & Natureza*, 30(3), 209-232. <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-11>

Accorsi, O. J. 2014. Exploração de areia para uso na construção civil: Caracterização da atividade de dragagem e sustentabilidade na bacia hidrográfica do rio Acre. [Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense].

Acre (Estado) Governo do Estado do Acre. 2017. Acre em números 2017. 10ª ed. Rio Branco: Secretaria de Estado de Planejamento – SEPLAN. Disponível em: <[http://acre.gov.br/wp-](http://acre.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/acre-em-numeros-2017.pdf)

[content/uploads/2019/02/acre-em-numeros-2017.pdf](http://acre.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/acre-em-numeros-2017.pdf)>

Acre (Estado). Governo do Estado do Acre. 2010. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II – Escala 1:250.000: Documento Síntese. Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA.

Aguiar, G. S., Teixeira, T. C. S., Pavan, F., & Santos, K. V. 2020. Expansão demográfica e abastecimento de água no sistema integrado de Feira de Santana/BA. *Perspectivas Online*, 10(29), 34-45. <https://doi.org/10.25242/8876102920201956>

Almeida, I. K., Sobrinho, T. A., Santos, B. B., Steffen, J. L., & Bacchi, C. G. V. 2014. Métodos estatísticos na determinação de vazão de referência. *Comunicata Scientiae*, 5(1), 11-17. <https://doi.org/10.14295/cs.v5i1.277>

Almino, L. M. O., & Rufino, I. A. A. 2021. Modelagem dinâmica e cenários urbanos de demanda de água: simulações em Campina Grande (PB). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26(5), 915-925. <https://doi.org/10.1590/s1413-415220190015>

Amaral, A. M. P. 2000. Consumo total e residencial de água tratada: aplicação de um modelo de séries temporais em Piracicaba, SP. [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-20210104-170456/>>

Agência Nacional de Águas e Saneamento do Brasil - ANA. 2021. Atlas água: segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília: ANA. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2021/10/ANA_ATLAS_Aguas_AbastecimentoUrbano2021_compressed.pdf>

Beser de Deus, L. A. 2013. Espaço e tempo como subsídios à construção de cenários de uso e cobertura da terra para o planejamento ambiental na Amazônia: O caso da bacia do rio Acre. [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro]. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/Leandro_Andrei_Beser_de_Deus.pdf>

Bonfanti, D. C., Lima, F. T. B., Ferreira, L. C. A., & Santos, W. L. 2020. A dinâmica fluvial do rio acre: Uma análise ambiental do trecho urbano da cidade de Rio Branco-AC. *Revista Geonorte*, 11(37), 154-174. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2020.V.1.N.37.154.174>

- Brasil. 2020. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antiores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2019/2-Diagnostico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf>
- Carvalho, T. S., Vale, V. A., Souza, K. B. 2021. Impactos Econômicos da Crise Hídrica na Região Metropolitana de Curitiba em 2020. Revista Paranaense de Desenvolvimento, 42(140), 107-122. Disponível em: <<https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1170>>
- Castro, C. N. 2022. Segurança hídrica, problemas complexos, participação social: o caso do plano nacional de segurança hídrica. In C. N. de Castro (Org.). Água, Problemas Complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica (Vol. 1, pp. 11-23). Ipea. <http://dx.doi.org/10.38116/9786556350318>
- Cortês, P. L., Torrente, M., Pinto, A. P. A., Rauiz, M. S., Dias, A. J. G., & Rodrigues, R. 2015. Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. Estudos Avançados, 29(84), 7-26. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200002>
- Damasceno, J. B. 2023. Água: Bem Vital, Direito Essencial e de Apropriação Incondicional. Revista da EMERJ, 25(1), 40-54. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/bitstream/2011/175227/agua_bem_vital_damasceno.pdf>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023. Panorama: Rio Branco (AC). Disponível: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>. Acesso: 28 ago.2023>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2001. Censo Brasileiro de 2000. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=7308>>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2011. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads>>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2019. Tabela 8418 - Áreas urbanizadas, Loteamento vazio, Área total mapeada e Subcategorias. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/8418#/n6/all/v/12749/p/all/d/v12749%204/l/v,p,t/resultado>>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2023. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102011>>
- Instituto TrataBrasil. 2011. Ranking do Saneamento 2011 (SNIS 2009) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2009-cloned-1136/>
- Instituto TrataBrasil. 2012. Ranking do Saneamento 2012 (SNIS 2010) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2012/>
- Instituto TrataBrasil. 2013. Ranking do Saneamento 2013 (SNIS 2011) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2013/>
- Instituto TrataBrasil. 2014. Ranking do Saneamento 2014 (SNIS 2012) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2014/>
- Instituto TrataBrasil. 2015. Ranking do Saneamento 2015 (SNIS 2013) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2015/>
- Instituto TrataBrasil. 2016. Ranking do Saneamento 2016 (SNIS 2014) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2015-cloned-1222/>
- Instituto TrataBrasil. 2017. Ranking do Saneamento 2017 (SNIS 2015) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2017/>
- Instituto TrataBrasil. 2018. Ranking do Saneamento 2018 (SNIS 2016) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2018/>
- Instituto TrataBrasil. 2019. Ranking do Saneamento 2019 (SNIS 2017) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2019/>

- Instituto TrataBrasil. 2020. Ranking do Saneamento 2020 (SNIS 2018) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2020/>
- Instituto TrataBrasil. 2021. Ranking do Saneamento 2021 (SNIS 2019) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2021/>
- Instituto TrataBrasil. 2022. Ranking do Saneamento 2022 (SNIS 2020) – 100 maiores cidades do Brasil. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2022/>
- Macêdo, M. N. C., Dias, H. C. T., Coelho, F. M. G., Araújo, E. A., Souza, M. L. H., & Silva, E. 2013. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. *Ambi-Água*, 8(1), 206-221. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.809>
- Magalhães, C. A. C., Moreno, J., & GALVÃO Jr., A. C. 2001. Estimativa do consumo per capita em comunidades atendidas pela unidade de negócio do médio Tietê. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa. ABES – Anais. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/%20caliagua/brasil/i-061.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2008.>
- Montefusco, C. L. A., Tamwing, D. S., Cruz, W. M., Moreira, J. G. V., & Serrano, R. O. P. 2021. Direito e diretrizes de acesso à água: contexto geral e abordagem para a cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, 18(37), 171-190. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2021C15
- Montefusco, C. L. A. 2022. Desafios do acesso à água potável: A real situação do abastecimento público de água na área urbana da cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Acre]. Disponível em: <<http://www2.ufac.br/cita/dissertacoes/2022/carolina-de-lima-accorsi-montefusco/view>>
- Moreira, M. L., Miguel, J. R., & Matos, R. G. F. 2021. O Direito à Água e sua Proteção Jurídica: Desafios do Direito Ambiental na Contemporaneidade. *Id On Line*, 15 (55), 641-658. <https://doi.org/10.14295/online.v15i55.3097>
- Neto, L. A. D., Silva, Maniesi, W., Silva, M. J. G., Silva, D. C., Querino, C. A. S., & Reis, V. 2017. Análise da precipitação mensal e pentadal durante a cheia de 2015 no rio Acre usando o produto 3B43 do TRMM. VII Simpósio Internacional de Climatologia. Clima, Variabilidade e Perspectivas Futuras. Anais. Petrópolis. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35237.19682>
- Oliveira, A. V., Serrano, R. O. P., Mesquita, A. A., & Moreira, J. G. V. 2021. Temporal trend and estimation of the hydrological risk of maximum rainfall and flow extremes in the city of Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36(4), 749-758. <https://doi.org/10.1590/0102-7786360050>
- Pedde, S., Kroeze, C., & Rodrigues, L. N. 2013. Escassez hídrica na América do Sul: situação atual e perspectivas futuras. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Anais. Bento Gonçalves. Disponível em: <https://abrh.s3.amazonaws.com/Sumarios/155/2b3ce7fbc0460aca21ec7b5bd3baadda_3a8640687ad8b6f29957a954a952af47.pdf>.
- Melo, M. 2022, 20 de abril. Prefeitura de Rio Branco recupera bomba captadora e aumentará o abastecimento de água na capital. Prefeitura Municipal de Rio Branco. Disponível em: <<http://www.riobranco.ac.gov.br/2022/04/20/prefeitura-de-rio-branco-recupera-bomba-captadora-e-aumentara-o-abastecimento-de-agua-na-capital/>>
- Queiroz, A. T., & Oliveira, L. A. 2013. Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil. *Sociedade & Natureza*, 25(1), 191-204. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000100015>
- Santos, M. A. 2022. Águas e Saneamento Básico: apontamentos sobre a evolução futura no Paraná. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 43(143), 209-230. Disponível em: <<https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1252>>
- Silva, A. F. 2017. Estudo da disponibilidade de água para abastecimento público em Itapagipe, MG. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto]. Disponível em: <https://sustentabilidade.ufop.br/sites/default/files/sustentabilidade/files/dissertacao_corrigida_final.pdf?m=1523559205>
- Silva, P. J. 2015. Rio Acre, o rio das ferraduras, um rio que serpenteia no limite entre duas nações.

- XV Safety, Health and Environment World Congress. Anais. Porto, Portugal. DOI 10.14684/SHEWC.15.2015.90-94. Disponível em: <<http://copec.eu/shewc2015/proc/works/21.pdf>>
- Silva, S. S. 2021. Estimativa de disponibilidade hídrica do manancial Manoel Vicente de Maria para atendimento ao sistema de abastecimento de água do município de São Francisco/PB. [Monografia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba]. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1726>>
- Sammogini, A. 2021, 22 de abril. Artigo: Demografia – Perspectiva Econômico-Social, por Andressa Durão e Eduarda Cheniaux, da Icatu Vanguarda. Plantão Abrapp em Foco. Disponível em: <<https://blog.abrapp.org.br/blog/artigo-demografia-perspectiva-economico-social-por-andressa-durao-e-eduarda-cheniaux-da-icatu-vanguarda/#:~:text=Ao%20analisar%20a%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20da,7%2C%20bilh%C3%B5es%20em%202020>>
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. 2021. Diagnóstico Temático de Serviços de Água e Esgotos (Visão Geral – Ano Referência 2020). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antiores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2019/2-Diagnostico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf>
- Sousa, E. S. 2011. Efeitos das secas de 2005 e 2010 nas cotas fluviométricas do rio Acre em Rio Branco (Acre, Brasil). XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Anais. Maceió. Disponível em: <https://abr.h.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/77a494f20b31fe2cfbf0e88acff37e99_1b55734994c42e1e3583779a757f3a45.pdf>.
- Sousa, J. W. 2020. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. *Scientia Naturalis*, 2(2), 723-740. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4231>>
- Sperling, M. V. 2014. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. (4 ed.). Editora UFMG.
- Tamwing, D. S., Montefusco, C. L. A., Serrano, R. O. P., Mesquita, A. A., & Moreira, J. G. V. 2021. Caracterização do regime fluvial da bacia hidrográfica do rio Acre. *Research, Society and Development*, 10(17), e93101724461. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i17.24461>
- Thompson, I. 2021, 22 de julho. O que a crise hídrica pode nos ensinar sobre a gestão dos nossos recursos. *The Nature Conservancy*. Disponível em: <<https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/crise-hidrica-e-a-gestao-dos-nossos-recursos/#:~:text=A%20seguran%C3%A7a%20h%C3%ADdrica%20est%C3%A1%2C%20portanto,econ%C3%B4micos%2C%20promovendo%20um%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel.>>>
- Torrente, M. 2014. Influência da temperatura no consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo. [Dissertação de Mestrado, Universidade Nove de Julho]. <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/7>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO. 2021. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021: O valor da água – Fatos e dados.
- Venturi, L. A. B. 2021, 17 de novembro. Crise hídrica ou de gerenciamento hídrico? *Jornal da USP*. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/?p=471891>>
- Vestena, L. R., Oliveira, E. D., Cunha, M. C., & Thomaz, E. L. 2012. Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das Pedras, Guarapuava-PR. *Revista Ambiente & Água*, 7(3), 212-227. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.840>