

**Artigo de Pesquisa****CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DA CALHA DO RIO NEGRO COM BASE EM DADOS PÚBLICOS****Characterization of the water supply of the municipalities of the Negro River group based on public data**

Alderlene Pimentel de Brito<sup>1</sup>, Jamile Dehaini<sup>2</sup>, Josely de Macedo Bezerra<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Geociências, Manaus, Brasil. Email. [alderlenebrito@gmail.com](mailto:alderlenebrito@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-6274-5628>

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia, Curso de Meteorologia, Manaus, Brasil. Email. [jdehaini@uea.edu.br](mailto:jdehaini@uea.edu.br)

 <https://orcid.org/0000-0001-9766-6308>

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia, Barcelos, Brasil. Email. [jdmb.tmn18@uea.edu.br](mailto:jdmb.tmn18@uea.edu.br)

 <https://orcid.org/0009-0008-6086-4077>

Recebido em 30/10/2022 e aceito em 31/05/2023

**RESUMO:** No Brasil, os serviços de abastecimento de água para a população têm evoluído, entretanto, ainda apresentam inúmeros problemas e a oferta de água é fundamental para atender demandas de água da população, sendo um dos principais serviços de infraestrutura de um município. No Amazonas, 95% da população urbana é atendida pela rede de abastecimento, mas em microescala, essa relação percentual varia. Para análise da situação do serviço de abastecimento existem os indicadores que atualmente são aproximadamente 254, cuja principal função é auxiliar os gestores na tomada de decisões. Dentre eles, podem-se destacar os índices de atendimento à população, consumo per capita e perdas, sendo estes os mais utilizados, devido à sua praticidade para a gestão pública. O presente estudo traz uma avaliação do abastecimento público de água na calha do Rio Negro, que é composta pelos municípios de São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos e Novo Airão, a fim de produzir um panorama de situação como base para gestão do sistema de abastecimento. Essa caracterização foi realizada com base nos dados disponibilizados pelo SNIS, IBGE e ANA. Os indicadores selecionados no trabalho apresentado foram: Atendimento à população, consumo e produção de água per capita, e perdas na distribuição. Os resultados obtidos indicaram uma média do consumo per capita correspondente à 172 L/hab.dia para São Gabriel da Cachoeira, 135 L/hab.dia para Santa Isabel do Rio Negro, 126 L/hab.dia para Barcelos e 243 L/hab.dia para Novo Airão, sendo, portanto, o município de Barcelos detentor da menor média per capita. Quando comparados a média do estado do Amazonas (121 L/hab.dia), todos os municípios estudados apresentam consumo superior à média e quanto a média nacional (152 L/hab.dia), apenas São Gabriel da Cachoeira e Novo Airão apresentam valores superiores.

**Palavras-chave:** Abastecimento público de água; Indicadores do sistema de abastecimento; Calha do Rio Negro.

**ABSTRACT:** In Brazil, water supply services for the population have evolved, however, they still present numerous problems and the supply of water is essential to meet the population's water demands, being one of the main infrastructure services of a municipality. In Amazonas, 95% of the urban population is served by the supply network, but on a micro-scale, this percentage ratio varies. To analyze the situation of the supply service, there are indicators, which currently are approximately 254, whose main function is to assist managers in decision-making. Among them, we can highlight the indices of service to the population, per capita consumption, and losses, which are the most used, due to their practicality for public management. The present study presents an evaluation of the public water supply in the Rio Negro channel, which is composed of the municipalities of São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos, and Novo Airão, to create technical subsidies to propose improvements to the system. Data provided by SNIS, IBGE and ANA were used. The indicators selected for carrying out the research presented here were service to the population, consumption, and production of water per capita, and losses in distribution. The average per capita consumption was 172 L/inhabitant. a day for São Gabriel da Cachoeira, 135 L/inhabitant. a day for Santa Isabel do Rio Negro, 126 L/inhabitant. per day for Barcelos and 243 L/inhabitant. per day for Novo Airão, where the average per capita of Barcelos was the lowest. When compared to the average for the state of Amazonas (121 L/inhab.day), all the municipalities studied have higher consumption than the average, and as for the national average (152 L/inhab.day), only São Gabriel da Cachoeira and Novo Airão present high values.

**Keywords:** Public water supply; Indicators of the supply system; Negro River channel.

## INTRODUÇÃO

A definição de saneamento básico é norteada pela Lei nº 11.445/2007 e atualizada pela Lei nº 14.026/2020, onde o saneamento básico consiste em um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (SNIS, 2021).

No Brasil, até 2020, as redes públicas de abastecimento de água atendiam mais de 93,4% dos brasileiros que vivem em cidades (SNIS, 2021), ou seja, as redes de abastecimento de água são fundamentais para atender a demanda da população e contribuem para o desenvolvimento econômico em todas as escalas. Além disso, é obrigação do estado, por Lei, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, de acordo com a Lei 9.433/97 Art. 2º I.

Segundo o relatório do SNIS -AE (2020) o índice de atendimento total de água para o Brasil é de 84,1%, que corresponde a 175.451.089 habitantes, enquanto o índice de atendimento urbano chega a 93,4%. O menor índice de atendimento das populações total e urbana com redes públicas de abastecimento de água são da macrorregião Norte (58,9% e 72,0%, respectivamente). Para o estado do Amazonas, o percentual do índice de atendimento urbano com rede de água foi de 94,7% para 2020 e um consumo per capita médio de 120,9 L/hab.dia. O estado do Amazonas também possui elevadas perdas na distribuição de água (59,3%) e em conjunto a outros estados da região norte eleva o índice de perdas na distribuição de água para 51,2%, o maior das macrorregiões geográficas do país (SNIS -AE, 2020). Ainda de acordo com o relatório, o Amazonas tem o segundo maior índice de atendimento de atendimento urbano da região norte, mas em termos de consumo per capita, é o menor da região,

equiparando-se a estados do semiárido como Sergipe (124 L/hab.dia), Tocantins (126,3 L/hab.dia) e Piauí (128,6 L/hab.dia).

Neste panorama é importante ressaltar que a calha do rio Negro está inserida em um contexto característico da região norte do país, onde 59% dos municípios utilizam exclusivamente as águas subterrâneas para abastecimento público e em 32% o abastecimento é misto (WAHNFRIED e SOARES, 2012). No caso do estado do Amazonas, 44 municípios têm abastecimento exclusivo por águas subterrâneas e oito são de abastecimento misto, dos quais três estão no Rio Negro (ANA, 2021). Mesmo com uma grande disponibilidade hídrica, o percentual atendido ainda corresponde quase que exclusivamente as sedes municipais.

Mesmo com os grandes avanços na universalização do acesso à água nas últimas décadas, ainda existe grande deficiência no monitoramento e manutenção dos sistemas de abastecimento de água, que resulta em deficiência na cobertura dos serviços, como é o caso dos altos índices de perdas de água (TRATA BRASIL, 2013), principalmente na região Norte (SNIS -AE, 2020).

Segundo o IWA (International Water Association) (2005), os indicadores são ferramentas indispensáveis para os empreendimentos de abastecimento público, uma vez que possibilitam a mensuração da eficiência e qualidade do serviço prestado, proporcionando o traçado de metas mais claras, maior qualidade na gestão, comparação entre empresas e fiscalização. De acordo com o Alegre (2013), existem 254 indicadores relacionados ao abastecimento de água. O Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento conta em sua base de dados com 64 indicadores; entretanto, muitos são desconhecidos pelos gestores (SILVA; LUVIZZOTO, 1999).

Apesar dos bons números e da boa disponibilidade hídrica no Amazonas, uma melhor compreensão do abastecimento seria possível por meio do conjunto de uma análise integrada de alguns indicadores, tais como os de qualidade de água e continuidade de abastecimento (IWA, 2005). Para este estudo optou-se utilizar dados já existentes no SNIS em escala local para a calha do Rio Negro, composta por quatro municípios, de montante para jusante, São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos e Novo Airão. A partir das séries históricas por municípios, propôs-se calcular índices de atendimento à população, de consumo e produção per capita e de perdas, principalmente por possuírem uma divulgação mais eficiente, sendo de fácil entendimento para usuários e gestores. Além disso, este trabalho surge como um indicativo das necessidades e dificuldades da gestão dos recursos hídricos na Amazônia.

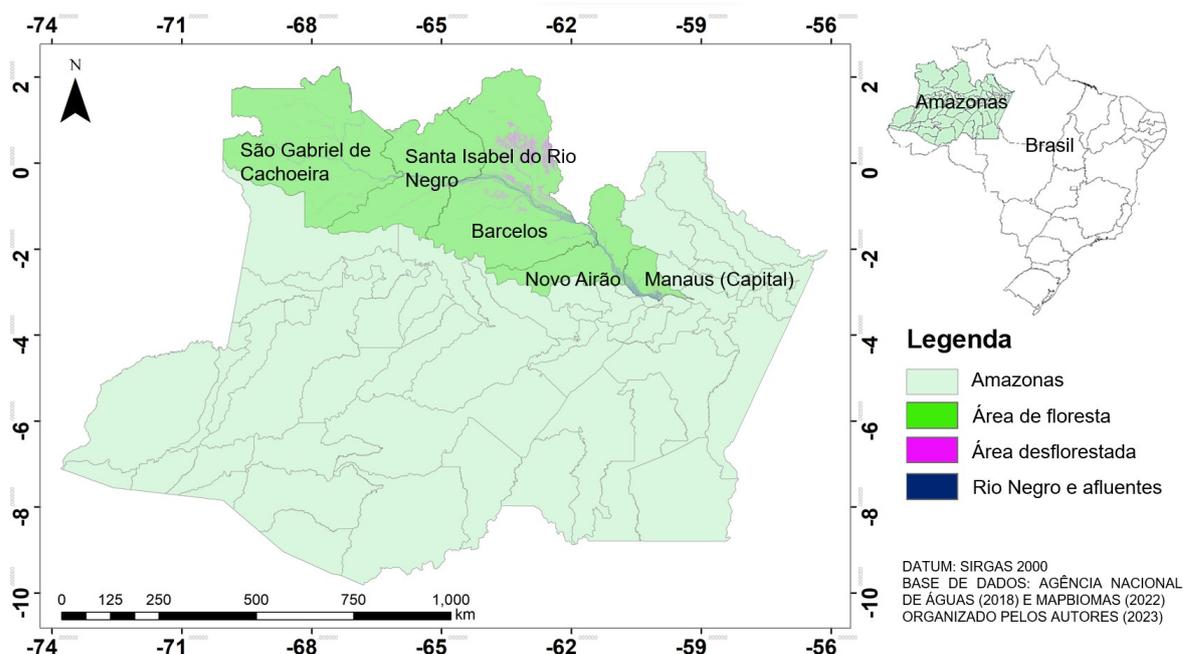
O objetivo deste estudo foi caracterizar o abastecimento de água dos municípios da calha do Rio Negro com o intuito fornecer subsídios aos gestores e interessados sobre a questão do abastecimento público nessa região do Amazonas com base em dados públicos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS.)

## **Caracterização da área de estudo**

A área deste estudo abrange quatro municípios que compõem a microrregião do Rio Negro, de montante para jusante: São Gabriel de Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos e Novo Airão. Na área da bacia os valores anuais médios de chuva variam entre 2.000 e 2.200 mm, alcançando níveis maiores que 3.500 mm na região do alto Rio Negro (São Gabriel da Cachoeira) (SIOLI, 1985).

As águas pretas do Rio Negro apresentam uma coloração escura, variando do marrom-café ao marrom-oliva, com uma transparência de 1,30 a 2,30 m. São águas ácidas, com valores de pH entre 3,8 e 4,9 (SIOLI, 1984). A elevada deve-se à presença de grandes quantidades de substâncias orgânicas dissolvidas (ácidos húmicos e fúlvicos), provenientes da drenagem de solos arenosos cobertos por vegetação conhecida como campina, campinarana ou caatingas amazônicas (Leenher, 1980).

De acordo com o IBGE Cidades (2022), a microrregião possui aproximadamente 117 mil habitantes, sendo o município de São Gabriel da Cachoeira o mais populoso, com cerca de 47 mil habitantes (IBGE, 2021) e Novo Airão é a cidade menos populosa, com cerca de 20 mil habitantes (IBGE, 2021).



**Figura 1.** Localização dos municípios da calha do Rio Negro e seus municípios. **Fonte:** BRITO (2023).

A região de estudo possui uma área total de 332 mil km<sup>2</sup> (IBGE, 2021), aproximadamente. Esta região também possui importantes altos topográficos tais como o Pico da Neblina, em São Gabriel da Cachoeira e em Santa Isabel do Rio Negro, além de apresentar um grande potencial turístico em termos de geoturismo e pesca esportiva.

Os municípios da calha do Rio Negro apresentam complexidade geológica que pode impactar diretamente o abastecimento a depender da sazonalidade. Por exemplo, a região de São Gabriel da Cachoeira e Santa Isabel do Rio Negro e Barcelos, que apresentam rochas pertencentes a Província Rio Negro (Santos et al., 2000a), possui dois principais domínios tectono-estratigráficos designados de Alto Rio Negro, a oeste e Imeri a leste (REIS *et al.*, 2006). A composição das rochas varia entre rochas metamórficas e graníticas, até o contato com as rochas da Bacia do Amazonas (Fanerozóica) (REIS *et al.*, 2006).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Diagnóstico do Sistema de Abastecimento

Para desenvolvimento da pesquisa, o levantamento prévio de informações foi a partir da base de dados baseados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

As informações obtidas do IBGE foram as populacionais e as de forma de abastecimento de água do CENSO de 2010. As séries históricas do abastecimento por município foram provenientes do SNIS, que por sua vez obteve informações dos operadores municipais. Em São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro e Novo Airão, as operadoras são as prefeituras e para Barcelos o operador é o Serviço autônomo de água e esgoto do município de Barcelos. Informações do tipo e fonte de abastecimento foram obtidas pela ANA e auxiliaram no diagnóstico local.

Com base nessas informações foram selecionados indicadores de abastecimento, consagrados e os mais aplicados na literatura pela disponibilidade de dados para os cálculos e fácil veiculação, que são os indicadores do sistema de abastecimento, tais como: índices de atendimento à população, consumo e produção per capita e índices de perdas.

### Indicadores do Sistema de Abastecimento

#### Índices de Atendimento à População

A população atendida pelos serviços de abastecimento de água e o nível de universalização dos serviços de água foram calculados como mostrado nas equações 1 e 2 a seguir:

$$PA (\%) = \frac{PAA * 100}{PT}$$

Equação 1

Sendo PA a População Atendida; PAA é a População com Abastecimento de água feito pelo sistema público, e PT é a População Total.

$$NUA = \frac{PUA}{PUT}$$

Equação 2

Sendo NUA o Nível de Universalização dos serviços de água; PUA é a População Urbana Abastecida; e PUT é a População Urbana Total do Município.

### Consumo e Produção Per Capita

O consumo per capita é calculado conforme a Equação 3. A população com acesso a rede de abastecimento de água é um dado estimado fornecido pelo SNIS, que resulta da multiplicação da taxa média de habitantes por domicílio (IBGE) pelo número de economias residenciais ativas de água (SNIS – AE, 2020).

$$CPC = \frac{AC}{PUAA}$$

Equação 3

Sendo CPC o Consumo Per Capita; AC é a Água Consumida e PUAA é a População Urbana Atendida com abastecimento.

Já a Produção Per Capita é calculada substituindo-se o volume de água consumido pelo volume de água produzido, como na Equação 4 a seguir:

$$PPC = \frac{AP}{PUAA}$$

Equação 4

Sendo PPC a Produção Per Capita; AP é a Água Produzida e PUAA é a População Urbana Atendida com abastecimento.

### Índices de Perdas

As perdas foram avaliadas por dois índices básicos: índice de perdas na distribuição (IPD) e volume de água perdido na distribuição (VAPE) conforme descrito nas

equações 5 e 6. O IPD (equação 5) é definido como a relação entre os volumes disponibilizados e os consumidos, apresentado como porcentagem.

$$IDP = \frac{AP - AC}{AP}$$

Equação 5

Onde o IPD é o índice de perdas na distribuição, o AP é a Água Produzida e AC é a Água Consumida.

$$VAPE = AP - AC$$

Equação 6

Onde VAPE é o Volume de Água Perdido na Distribuição, AP é a Água Produzida e AC é a Água Consumida.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização do Sistema de Abastecimento de São Gabriel da Cachoeira

Com base nos dados do SNIS (Tabela 1), o município de São Gabriel da Cachoeira (SGC) apresentou uma média de 48% do total da população urbana abastecida pelo sistema público de abastecimento de água entre 2006 e 2017. Entre 1997 e 2005, não se tem informações sobre o montante populacional urbano abastecido. Para 2017, dos 22.401 habitantes urbanos do município, 20.000 hab. eram atendidos pela rede de abastecimento, ou seja, 89% da população da sede municipal. Os dados também indicam que o volume de água produzido aumentou desde 1996 (146.000 m<sup>3</sup>/ano) a 2017 (2.016 m<sup>3</sup>/ano) controlado pelo crescimento populacional do município, principalmente na sede municipal, onde praticamente 50% da população vivia. Entre os anos de 1996 e 1999 as águas apresentavam um volume tratado, enquanto entre 2007 e 2017 houve ausência de dados, sugerindo que SGC não fornecia água tratada para a população até 2017.

A relação entre o total de água produzido pelo consumido mostrou que em 2017 houve as maiores perdas em produção (50%). O total produzido correspondeu a 2.016 x 1,000 m<sup>3</sup>/ano e o consumido foi 1.000 x 1.000 m<sup>3</sup>/ano.

Ressalta-se que, de acordo com o Atlas Águas (ANA, 2021) o sistema de abastecimento de SGC é misto, com águas provenientes do rio Negro e de origem subterrânea, a partir de poços. A capacidade de armazenamento da água superficial é de 17.585 m<sup>3</sup>, enquanto as vazões dos poços não são conhecidas.

**Tabela 1.** Caracterização do abastecimento de São Gabriel da Cachoeira.

Município	Ano	Volume produzido*	Água* tratada em ETAs	Água* consumida	Água* tratada por simples desinfecção	Ligações totais de água	População urbana atendida com abastecimento de água	População urbana*	População total*
São Gabriel da Cachoeira	1996	146	109	109				9.563	26.992
	1997	109	109	109				9.858	27.824
	1998	127	114	108				10.106	28.525
	1999	134	134	119	0			10.355	29.227
	2006	850	0	750	0	1.843	17.000	14.389	34.827
	2011	2.013	0	1.513	0	8.443	19.361	19.361	38.507
	2012	2.135	0	1.523	0	8.443	19.361	19.658	39.097
	2017	2.016	0	1.000	0	8.000	20.000	22.401	44.553

Fonte: SNIS (2021). \*em 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano

Ainda de acordo com o Atlas Águas (ANA, 2021), com relação à segurança hídrica, São Gabriel da Cachoeira possui um sistema produtor e uma cobertura de abastecimento de 89,30%, associados a uma alta eficiência de produção de água e uma baixa eficiência em distribuição do recurso, o que geram uma segurança hídrica de abastecimento média. Tal resultado associa-se ao baixo desempenho no gerenciamento de perdas.

O censo de 2010 (IBGE, 2010), também apresenta dados do abastecimento de água do município de São Gabriel de Cachoeira. Na zona urbana do município, o abastecimento nos domicílios pesquisados na maior parte era proveniente da rede geral (2.189 domicílios) e poços ou nascentes (818 domicílios), enquanto na zona rural outra forma abastecimento, não especificada, foi a utilizada (3.617 domicílios) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Distribuição do abastecimento urbano e rural de São Gabriel da Cachoeira (IBGE, 2010)

Forma de abastecimento de água	Urbano	Rural
Rede Geral	2.189	147
Poço ou Nascente na Propriedade	818	99
Água da Chuva Armazenada em Cisterna	12	25
Outra forma de abastecimento de água	569	3.617
Total	3.588	3.888

Fonte: IBGE (2010).

### Caracterização do Sistema de Abastecimento de Santa Isabel do Rio Negro

Com relação ao município de Santa Isabel do Rio Negro (SIRN), somente existem informações sobre o volume de água produzido dos anos de 2011, 2013 e 2020. O volume de água produzido nestes anos foi de 400, 500 e 420, 17 x 1000 m<sup>3</sup>/ano, respectivamente. Com relação ao total consumido, 2020 foi o ano no qual mais houve consumo. O ano com as maiores perdas foi o de 2013, com 50% do produzido sendo perdido. Apenas no ano de 2011 houve água tratada por simples desinfecção. No ano de 2011, 55% da população urbana do município era atendida com abastecimento de água. Após esse período, 100% da população urbana passou a ser atendida. Entre 2011 e 2020 as ligações totais também dobraram. O crescimento populacional entre 2011 e 2020 foi de 7.136 habitantes sendo a maior concentração populacional a da

sede municipal (Tabela 3). Como o crescimento populacional manteve-se estável, provavelmente não houve necessidade de aumentar significativamente o volume de água produzido.

De acordo com a Atlas Águas (ANA, 2021), Santa Isabel do Rio Negro possui abastecimento misto, ou seja, uma parte superficial com uma vazão de 17,5 l/s, com um reservatório com capacidade de armazenamento de 120 m<sup>3</sup>, também ocorre o bombeamento direto do Rio Negro a uma vazão de 3,9 l/s, distribuído diretamente a população. Com relação ao sistema de captação subterrânea, é composto por 14 poços que juntos somam uma vazão de 33,7 l/s. Com relação a segurança hídrica, o Atlas Águas (ANA, 2021) mostra a necessidade de adequação do sistema produtor e não houve informações sobre a cobertura da rede de distribuição, o que não permitiu classificar o desempenho do abastecimento, considerou-se então a eficiência da distribuição como baixa e com segurança hídrica de abastecimento média.

**Tabela 3.** Caracterização do abastecimento de Santa Isabel do Rio Negro

Município	Ano	Volume produzido*	Água* tratada em ETAs	Água* consumida	Água* tratada por simples desinfecção	Ligações totais de água	População urbana atendida com abastecimento de água	População urbana*	População total*
Santa Isabel do Rio Negro	2011	420	0	321	372	1.200	3.950	7.076	18.729
	2013	500	0	250	0	1.352	7.929	7.929	20.986
	2020	400	0	338	0	2.952	9.772	9.772	25.865

Fonte: SNIS (2021). \*em 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano.

De acordo com o IBGE (2010), dos domicílios pesquisados, 362, na zona urbana utilizavam a rede geral de abastecimento, enquanto na zona rural foram 791 domicílios. Na zona rural, 1,397 domicílios utilizavam outra forma de abastecimento de água (Tabela 4).

**Tabela 4.** Distribuição do abastecimento urbano e rural de SIRD

Forma de abastecimento de água	Urbano	Rural
Rede Geral	362	791
Poço ou Nascente na Propriedade	1	25
Água da Chuva Armazenada em Cisterna	0	0
Outra forma de abastecimento de água	27	1,397
Total	390	2.213

Fonte: IBGE (2010).

### Caracterização do Sistema de Abastecimento de Barcelos

O município de Barcelos possui dados de abastecimento entre 2011 e 2016. Para o período, o município manteve-se constante com relação ao volume produzido e o montante consumido, com cerca de 8% de perdas, de acordo com o cálculo do IPD (Tabela 10). Cerca de 43% da população vive na sede municipal. A média do volume produzido para os seis anos foi de 520 x 1000 m<sup>3</sup>/ano e do volume consumido foi de 478 x 1000 m<sup>3</sup>/ano. O número de ligações manteve-se estável bem como o crescimento populacional local.

De acordo com o Atlas Águas (ANA, 2021), o sistema de abastecimento de Barcelos é exclusivamente proveniente das águas subterrâneas, com um conjunto de nove poços tubulares que possuem uma vazão de 5,6 L/s.

Similarmente ao município de Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos mostra a necessidade de adequação do sistema produtor seja em aumento da rede de distribuição ou em outro aspecto, mas não houve informações sobre a cobertura da rede de distribuição, o que não permitiu classificar o desempenho do abastecimento. De acordo com o SNIS (2022), a rede de abastecimento até 2016, contemplava quase 90% da população urbana de Barcelos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Caracterização do abastecimento de Barcelos

Município	Ano	Volume produzido*	Água* tratada em ETAs	Água* consumida	Água* tratada por simples desinfecção	Ligações totais de água	População urbana atendida com abastecimento de água	População urbana *	População total*
Barcelos	2011	518,4	518,4	475	0	2.592	10.000	11.208	25.835
	2012	520,3	520,3	475	0	2.675	10.500	11.257	25.948
	2013	520,3	520,3	480	0	2.932	10.500	11.761	27.110
	2014	520,3	520,3	480	0	2.932	10.500	11.832	27.273
	2015	520,3	520,3	480	0	2.932	10.500	11.901	27.433
	2016	520,3	520,3	480	0	2.932	10.500	11.969	27.589

Fonte: SNIS (2021). \*em 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano.

Com relação aos domicílios consultados no censo (2010) em Barcelos, 2.031, na zona urbana eram abastecidos pela rede geral, enquanto, apenas 145 eram abastecidos pela rede geral na zona rural. Na zona rural o número de domicílios com outra forma de abastecimento foi de 2.176 (Tabela 6).

**Tabela 6.** Distribuição do abastecimento urbano e rural de Barcelos

Forma de abastecimento de água	Urbano	Rural
Rede Geral	2.031	145
Poço ou Nascente na Propriedade	2	35
Água da Chuva Armazenada em Cisterna	0	1
Outra forma de abastecimento de água	18	2.176
Total	2.051	2.357

Fonte: IBGE (2010).

## Caracterização do Sistema de Abastecimento de Novo Airão

O município de Novo Airão é o que apresenta a melhor série histórica de dados de abastecimento (2011 a 2020). O volume produzido em 2011 era de 559 x 1000 m<sup>3</sup>/ano. Este volume produzido triplicou em 2020 (1.612 x 1000 m<sup>3</sup>/ano), refletindo também um aumento significativo nas ligações totais de água, que eram 2.734 em 2011, aumentando para 4.786 em 2020. O crescimento da população urbana controlou o aumento na quantidade da população urbana abastecida (Tabela 7).

Ressalta-se também que, de acordo com os dados do SNIS, as águas distribuídas em Novo Airão são tratadas por simples desinfecção antes da distribuição à população. O município apresenta um sistema de abastecimento misto, com a água superficial capitada do Rio Negro e uma produção de 150 L/s, distribuídos por adutoras a cidade. Enquanto o sistema de poços, conta com 11 poços tubulares, em vazão conjunta de

59,2 L/s que são armazenados em caixa d'água com capacidade para armazenar 160 m<sup>3</sup> (ANA, 2021).

De acordo com o Atlas, o município apresenta uma cobertura de abastecimento de 96,50%, baixas perdas de água, ou seja, quase tudo o que se produz é efetivamente distribuído a população. Neste sentido, o município é o que possui uma segurança hídrica de abastecimento alta.

**Tabela 7.** Caracterização do abastecimento de Novo Airão.

Município	Ano	Volume produzido*	Água* tratada em ETAs	Água* consumida	Água* tratada por simples desinfecção	Ligações totais de água	População urbana atendida com abastecimento de água	População urbana *	População total*
Novo Airão	2011	559	0	438	0	2.734	8.226	9.751	15.113
	2012	779	0	612	779	2.922	8.876	9.993	15.489
	2013	836	0	718	836	3.016	9.560	10.787	16.719
	2014	986	0	906	986	3.468	10.788	11.096	17.199
	2015	1.046	0	948	1.046	3.586	11.052	11.401	17.671
	2016	1.236	0	1.083	1.236	3.945	11.598	11.699	18.133
	2017	1.404	167	1.216	1.237	4.500	11.991	11.991	18.586
	2018	1.421	184	1.285	1.237	4.588	12.242	12.242	18.974
	2019	1.562	216	1.323	1.345	4.640	12.114	12.551	19.454
	2020	1.612	247	1.399	1.365	4.786	12.580	12.857	19.928

Fonte: SNIS (2021). \*em 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano.

Em Novo Airão, na região urbana, 1.555 domicílios eram atendidos pela rede geral de abastecimento, enquanto a zona rural tinha apenas 164 municípios atendidos por essa rede. Na zona rural os domicílios abastecidos por poços ou nascentes (262) e outra forma de abastecimento (815) são maiores comparados aos domicílios urbanos consultados pelo censo (2010) (Tabela 8).

**Tabela 8.** Distribuição do abastecimento urbano e rural de Novo Airão.

Forma de abastecimento de água	Urbano	Rural
Rede Geral	1.555	164
Poço ou Nascente na Propriedade	82	262
Água da Chuva Armazenada em Cisterna	0	0
Outra forma de abastecimento de água	274	815
Total	1.911	1.241

Fonte: IBGE (2010).

Os resultados do censo para os quatro municípios demonstram que a maior parte da população da zona rural na região utiliza outras formas de abastecimento de água, que pode ser o Rio. A população rural tem seu abastecimento por poços e nascentes. Água da chuva armazenada em cisterna e outras formas de abastecimento, sendo mais autônomas a questão do abastecimento.

Dos quatro municípios inseridos na microrregião do Rio Negro, três apresentam abastecimento misto (águas subterrâneas e águas superficiais) e um, Barcelos, apresenta abastecimento exclusivamente proveniente de águas subterrâneas. Dos três, o que melhor apresentou segurança hídrica no abastecimento foi Novo Airão. (Tabela 9)

**Tabela 9.** Caracterização do abastecimento da microrregião do Rio Negro

	Tipo de abastecimento	Segurança hídrica de abastecimento	Eficiência da distribuição de água	Cobertura de abastecimento	Desempenho de perdas
São Gabriel da Cachoeira	Misto	Média	baixa	89,30%	C
Santa Isabel do Rio Negro	Misto	Média	baixa	-	-
Barcelos	Subterrâneo	Média	baixa	-	-
Novo Airão	Misto	Alta	alta	96,50%	A2

Fonte: Atlas Águas (2021).

### Indicadores do sistema de abastecimento

A tabela 10 mostra da distribuição geral dos indicadores de abastecimento por ano nos quatro municípios. Para São Gabriel da Cachoeira o ano de 2017 foi o que teve a menor porcentagem de população atendida (45%) e o maior IPD (0,5), bem como o maior VAPE (1016 x 1000 m<sup>3</sup>/ano). Em Santa Isabel do Rio Negro, em 2020, a população atendida pelo abastecimento era de 38%, com um consumo per capita de 94,78 L/hab./dia, abaixo dos 110 litros recomendados como o mínimo pela OMS (Organização Mundial de Saúde).

Para o município de São Gabriel da Cachoeira a média de consumo per capita é de 172 L, para Santa Isabel do Rio Negro é de 135 L, para Barcelos é de 126 L e para Novo Airão, a média é de 243 L. Com relação a produção média per capita, a de São Gabriel da Cachoeira é de 250 L, a de Santa Isabel do Rio Negro é de 192 L, a de Barcelos é 137 L e a de Novo Airão 281 L.

Dos quatro municípios, Novo Airão é o que apresentou os maiores valores em consumo per capita e em produção per capita. Barcelos foi o município que apresentou os menores valores de VAPE. Os IPDs variaram entre 0,07 e 0,5. O IPD 0,5 ocorreu em São Gabriel da Cachoeira (2017) e Santa Isabel do Rio Negro (2013).

**Tabela 10.** Indicadores do sistema de abastecimento por ano da microrregião do Rio Negro.

Município	Ano	População Atendida (%)	NUA	Consumo* Per Capita	Produção* Per Capita	IPD	VAPE
São Gabriel da Cachoeira	1996					0,3	36,5
	1997					0	0
	1998					0,1	18
	1999					0,1	15
	2006	48,8	118%	120,87	136,99	0,1	100
	2011	50,3	100%	214,12	284,87	0,2	500
	2012	49,5	98%	215,6	302,21	0,3	612
2017	44,9	89%	136,99	276,16	0,5	1016	
Santa Isabel do Rio Negro	2011	21,1	56%	222,99	291,43	0,2	98
	2013	37,8	100%	86,38	172,77	0,5	250
	2020	37,8	100%	94,78	112,15	0,2	62
Barcelos	2011	38,7	89%	130,14	142,03	0,08	43
	2012	40,5	93%	123,94	135,76	0,08	45
	2013	38,7	89%	125,24	135,76	0,07	40
	2014	38,5	89%	125,24	135,76	0,07	40
	2015	38,3	88%	125,24	135,76	0,07	40
	2016	38,1	88%	125,24	135,76	0,07	40
Novo Airão	2011	54,4	84%	145,88	186,22	0,2	121
	2012	57,3	89%	188,9	240,64	0,2	167
	2013	57,2	89%	206	239,63	0,1	117
	2014	62,7	97%	230,19	250,57	0,08	80
	2015	62,5	97%	235,22	259,4	0,09	97
	2016	64,0	99%	255,82	292,11	0,1	153
	2017	64,5	100%	277,81	320,82	0,1	188

	<b>2018</b>	64,5	100%	287,63	318,07	0,1	136
	<b>2019</b>	62,3	97%	299,1	353,33	0,2	240
	<b>2020</b>	63,1	98%	304,64	351,12	0,1	213

Fonte: BRITO, DEHAINI e BEZERRA (2023). \* L/hab.dia

A calha do rio Negro, com os seus 117.676 habitantes (IBGE, 2022) ainda enfrenta diversos problemas de abastecimento, tais como desinfecção das águas a serem distribuídas e atendimento à população rural. Há necessidade de melhorias de disponibilidade, tratamento, expansão da rede e acesso a água de qualidade nas regiões urbanas e ribeirinhas. As séries disponíveis também revelam a necessidade de um cuidado sistemático com relação ao preenchimento de informações sobre abastecimento em três cidades (São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro e Barcelos) para que um diagnóstico mais adequado a cada cidade seja gerado e atualizado, bem como para planejamentos futuros.

O consumo médio per capita de água no Brasil é de 152,1 l/hab.dia, e representa uma redução de 1,2% em relação aos 153,9 L/hab.dia de 2019 (SNIS - AE, 2021). No Amazonas, esse valor médio fica em torno de 120,9 l/hab.dia. Neste sentido o Amazonas também é um dos estados que possuem os maiores percentuais de perda na distribuição de água (59,3%) (SNIS - AE, 2021). Tal fator influencia diretamente na diferença entre o que é consumido e o que é produzido. De acordo com os dados da secretaria de vigilância em saúde, cerca de um milhão de pessoas no Amazonas são abastecidas por água sem infiltração e sem desinfecção (MS, 2020). Os valores podem ser maiores, uma vez que nem todos os municípios enviam informação do tipo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos indicadores aplicados neste estudo foi realizada a caracterização dos sistemas públicos de abastecimento de água dos municípios. Os resultados evidenciam a necessidade de melhorias nos sistemas de abastecimento para que maiores porcentagens da população sejam atendidas, principalmente as comunidades fora das sedes municipais, para as quais quase não há informações.

Os índices de atendimento à população estão dentro do esperado, porém as séries não estão completas para três dos quatro municípios. Essa descontinuidade no registro dessas séries afeta na análise da real situação do abastecimento em cada município. Espera-se que o poder público pressione as prefeituras para que deem continuidade aos registros de abastecimento e saneamento.

A média do consumo per capita foi de 172 L/hab.dia para São Gabriel da Cachoeira, 135 L/hab.dia para Santa Isabel do Rio Negro, 126 L/hab.dia para Barcelos e 243 L/hab.dia para Novo Airão. A média per capita de Barcelos foi a menor.

Dos quatro municípios inseridos na calha do Rio Negro, três apresentam abastecimento misto (águas subterrâneas e águas superficiais) e um, Barcelos, apresenta abastecimento exclusivamente proveniente de águas subterrâneas. Dos três, o que apresentou melhor segurança hídrica no abastecimento foi Novo Airão, de acordo com o Atlas Águas. Os demais municípios apresentaram uma classificação baixa, de acordo com o Atlas Águas. Os menores consumos per capita ocorreram em

Santa Isabel do Rio Negro e os Maiores em Novo Airão. Percentualmente, as maiores porcentagens em termos de população atendida foram em Novo Airão e a menor porcentagem em Santa Isabel do Rio Negro.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado do Amazonas pelo apoio. Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) pela disponibilidade dos dados.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

**Concepção:** Alderlene Pimentel de Brito e Josely de Macedo Bezerra. **Metodologia:** Alderlene Pimentel de Brito e Jamile Dehaini. **Análise formal:** Alderlene Pimentel de Brito e Jamile Dehaini. **Pesquisa:** Alderlene Pimentel de Brito e Josely de Macedo Bezerra. **Recursos:** Jamile Dehaini. **Preparação de dados:** Alderlene Pimentel de Brito. **Escrita do artigo:** Alderlene Pimentel de Brito e Jamile Dehaini. **Revisão:** Alderlene Pimentel de Brito e Jamile Dehaini. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

ALEGRE, H; BAPTISTA, J. M; CABREIRA JR, E; CUBILLO, F; DUARTE, P; HIRNER, W; MERKEL, W; PERENA, R. Performance indicators for water supply services. Second edition. London, UK: IWA. 2013.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Águas - Segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília, DF. 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em set de 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). IBGE Cidades. <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Consultado em 07 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde – MS. Diagnóstico do abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019. Brasília, DF. Vol. 52. N°13. 2020.

BRASIL. SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br>>. Acesso em ago de 2022

BRASIL. SNIS -AE - Diagnósticos Temáticos dos Serviços da Água e Esgoto. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília. 2020

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010.

[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Resultados\\_do\\_Universo/Agregados\\_por\\_Setores\\_Censitarios/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/). Acesso em 19 de fevereiro de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Amazonas - Panorama. Consultado em 07 de setembro de 2022. Cópia arquivada em 20 de junho de 2021

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. São Gabriel da Cachoeira - Panorama. Consultado em 07 de setembro de 2022. Cópia arquivada em 20 de junho de 2021

INSTITUTO TRATA BRASIL. Índices de atendimento com abastecimento de água no Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em agosto de 2022.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION et al. Performance indicators for water supply services. IWA publishing, 2005.

LEENHEER, J. A. Origin and nature of humic substances in the waters of the Amazon River Basin. *Acta Amazônica* 10(3): 513-526. 1980.

Reis, N. J.; Almeida, M. E.; Riker, S. L.; Ferreira, Amaro Luiz (org.). Geologia e recursos minerais do estado do Amazonas. Manaus: CPRM: CIAMA. Escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil – PGB. 2006

SANTOS J.O.S., HARTMANN L.A., GAUDETTE H.E., GROVES D.I., MCNAUGHTON N.J., FLETCHER I.R.. A new understanding of the Provinces of the Amazon Cráton based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Research*, 3 (4): 453-488. 2000a

SILVA, N. A.C.; LUVIZOTTO, E. Indicadores de gestão para sistemas de abastecimento de água. São Paulo. 1999.

SIOLI, H. Amazônia. Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Petrópolis, RJ. Editora Vozes. 1985.

SIOLI, H. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht, Holanda. 1984.

WAHNFRIED, I. E SOARES, E.A.A. 2012. Água subterrânea na Amazônia: Importância, estado atual do conhecimento e estratégias de pesquisa. *Ciência & Ambiente*, 44, 29-40.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0