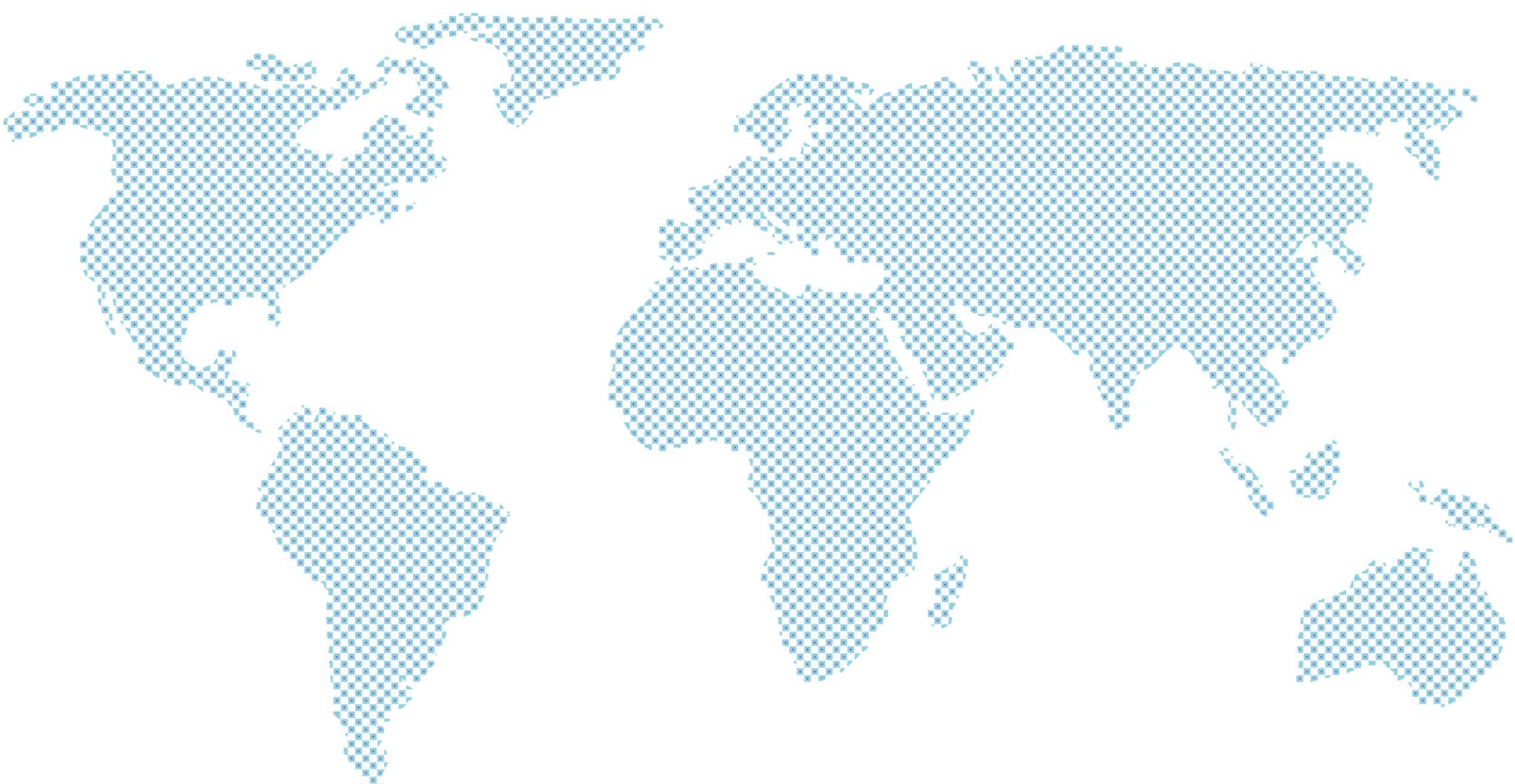




INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SECTOR ÁGUA



Produto 02

ENTREGA 02

Nome do Consultor: HARLEY SILVA	
Número do Contrato: 12300183	Nome do Projeto: BRA/IICA/13/001 – ÁGUA PARA TODOS-MDR
Oficial Responsável:	
Data da Entrega: 19/10/2023	Valor do produto: R\$ 7.950,00

Classificação

Áreas Temáticas: Governo Federal, Programa INTERÁGUAS

Áreas de Conhecimento: documento contendo o plano de trabalho a ser desenvolvido, explicando as metodologias a serem adotadas no trabalho.

Palavras-Chave: Programa ÁGUA PARA TODOS.

Resumo

Qual Objetivo da Consultoria?

Contribuir, por meio de consultoria individual, com apoio técnico especializado ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, na proposição de critérios de seleção e priorização de localidades e/ou municípios para implementação das tecnologias de acesso à água e um perfil de localidades e/ou municípios que devam receber os produtos do programa região da Amazônia legal (7 estados da região Norte, parcela do bioma amazônico localizado nos estados de Mato Grosso e Maranhão).

Qual Objetivo Primário do Produto?

Apresentar relatório técnico com breve diagnóstico da oferta hídrica adequada (em qualidade e quantidade) para consumo humano e para a produção em povos e comunidades tradicionais, populações ribeirinhas, comunidades periféricas, comunidades rurais dispersas, bem como as afetadas por desastres na região da Amazônia legal (7 estados da região Norte, parcela do bioma amazônico localizado nos estados de Mato Grosso e Maranhão).

Qual a Finalidade do Produto?

Fornecer uma visão bem fundamentada do quadro de oferta de água nos municípios da Amazônia legal, destacando os fatores que podem ser considerados como responsáveis pela persistência do quadro de cobertura insuficiente do serviço em questão, tanto considerando esta cobertura do ponto de vista demográfico quanto territorial. Esta visão deve servir de ponto de partida seguro para a montagem de uma proposta metodológica de priorização de municípios e localidades para expansão da oferta.

Quais os Resultados Alcançados mais relevantes?

Apresentação de informações bastante detalhadas sobre as condições de cobertura e fatores territoriais, ambientais e institucionais influentes sobre o quadro de cobertura insuficiente do serviço de água na amz.
O que se deve fazer com o produto para potencializar o seu uso?
Discutir junto a outros agentes do segmento o quanto as informações e o enfoque usado no documento fornecem um ponto de vista e conclusões realmente sólidas para o problema em análise, fornecendo críticas e permitindo o seu eventual aprimoramento, assim como seu uso para a fase de desenho da metodologia.
O Produto contribui com objetivo imediato e qual/quais indicador/indicadores de desenvolvimento do PCT/BRA/IICA/13/001 – INTERÁGUAS?
Análise da diversidade de condições locais e regionais dentro da Amazônia legal, para a compreensão das dificuldades de expansão e aprimoramento da oferta de serviços hídricos, assim como para o aproveitamento de oportunidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e institucional atinentes ao problemas em tela.

1. Introdução

Este documento é o Produto 2 do Contrato Número 12300183, projeto BRA/IICA/13/001 - ÁGUA PARA TODOS-MDR. O contrato diz respeito ao Projeto Água Para Todos, sob coordenação do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional.

Nos termos do Contrato, o Produto 2 diz respeito a um “relatório técnico com breve diagnóstico da oferta hídrica adequada (em qualidade e quantidade) para consumo humano e para a produção em povos e comunidades tradicionais, populações ribeirinhas, comunidades periféricas, comunidades rurais dispersas, bem como as afetadas por desastres na região da Amazônia legal (7 estados da região Norte, parcela do bioma amazônico localizado nos estados de Mato Grosso e Maranhão)”.

O enfoque empregado para a análise se orienta pela hipótese de que as condições de oferta hídrica restrita nos municípios da Amazônia, com baixa cobertura demográfica e territorial persistente nas últimas décadas, deve ser compreendida em sua conexão com as características do território amazônico. A fim de captar os elementos de complexidade espacial, étnico-demográfico, ambiental e institucional presentes na região e que são fatores importantes na persistência do quadro de subcobertura da oferta de serviços hídricos o trabalho seleciona as seguintes dimensões que organizam a análise:

- Perfil de escala, dispersão e diversidade étnica da população especificamente faixas de tamanho de municípios e presença de numerosas e dispersas localidades rurais isoladas.
- Ordenamento territorial-ambiental materializado no mosaico de Unidades de conservação, Terras Indígenas e Territórios Quilombolas.
- Tamanho das áreas dos municípios amazônicos e sua interação com os aspectos anteriores diante do padrão convencional de oferta infraestrutura e de serviços de água e saneamento.

A análise realizada nesse documento é uma exploração das fontes disponíveis, que são hoje bastante numerosas e detalhadas. Não obstante o fato de estarem disponíveis apenas em período recente, estas fontes permitem hoje uma análise bastante flexível e complexa em termos das condições do território amazônico sob o enfoque adotado no trabalho.

Nosso objetivo não foi realizar análises exaustivas das informações disponíveis. Ao contrário, o documento procura fornecer ao leitor uma visão razoavelmente clara de como as informações hoje fornecidas por órgãos públicos sobre as condições de ordenamento e ocupação do território

amazônico podem fornecer base bastante segura para a montagem de metodologias de seleção de áreas, municípios, localidades e grupos que sejam considerados prioritários para o investimento em políticas de água e saneamento na Amazônia. Ademais, o que não deve ser considerado secundário, essas informações tem a vantagem de permitir visualizar o problema em muitos níveis, sem perder de vista a característica que é talvez a mais marcante do território amazônico, a sua diversidade ambiental, institucional, histórica, étnica e sociodemográfica.

O documento está dividido em três sessões além dessa introdução. Na segunda discutimos características do território amazônica cujo papel nas condições de oferta de água e saneamento julgamos importante. Na terceira, analisamos o quadro de cobertura do serviço de água e de modo subsidiário, de esgoto. Na quarta sessão apresentamos uma versão preliminar de um exercício de análise para o efeito das condições restritas de oferta de água para a produção na agricultura familiar.

2. Oferta hídrica na Amazônia legal: implicações das características do território

A Amazônia Legal corresponde a 59% de todo o território brasileiro. A área se divide administrativamente entre nove unidades da federação, sendo 8 integralmente (Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) e 1 (Maranhão) parcialmente. Estas UFs por sua vez se dividem em 772 municípios com perfis muito variados em termos territoriais, sociodemográficos, econômicos e ambientais.

Este número de municípios, considerando o quadro das demais regiões do país, é relativamente pequeno. O estado de Minas Gerais, por sua vez, com área equivalente a 12% da Amazônia Legal, se divide em 853 municípios. O estado de São Paulo, cujo território corresponde a 5% do território da Amazônia Legal, é dividido em 645 municípios. Bastam esses dois exemplos, dos estados (MG e SP) que possuem o maior número de municípios no país, para notarmos que a extensão média dos municípios amazônicos é mais elevada do que nas demais regiões do país. Este aspecto é uma das questões a se considerar na discussão das insuficiências e desafios da oferta de serviços de saneamento em geral e de infraestrutura hídrica em particular.

Tabela 1: Amazônia Legal: Área (km²), número de municípios e área média por município, segundo Estados (UFs).

Estados	Área integrada a	(%) Área da	Número de	Média de área
Acre	164.173	3,3%	22	7.462
Amapá	142.471	2,8%	16	8.904
Amazonas	1.559.256	31,1%	62	25.149
Maranhão	261.345	5,2%	181	1.444
Mato Grosso	903.208	18,0%	141	6.406
Pará	1.245.871	24,8%	144	8.652
Rondônia	237.754	4,7%	52	4.572
Roraima	223.645	4,5%	15	14.910
Tocantins	277.424	5,5%	139	1.996
Total Geral	5.015.146	100,0%	772	6.496

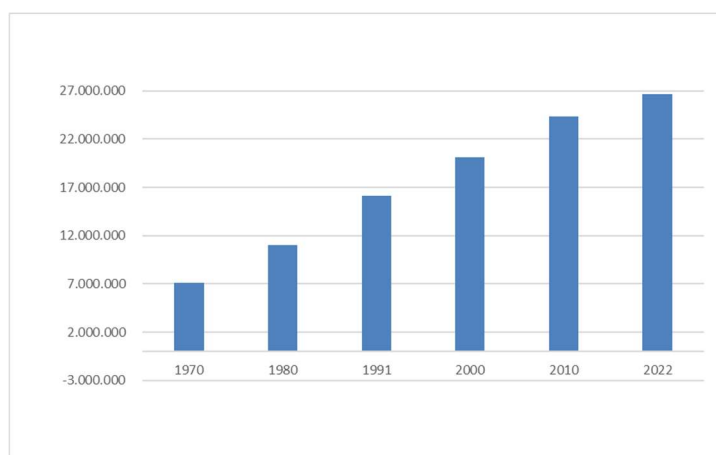
Fonte: Sidra IBGE

Estados – território, número de municípios, tamanho da população e taxa de crescimento

Desde os anos 1960, a Amazônia passou por um rápido crescimento de sua população, do número de municípios e da taxa de urbanização. O Censo Demográfico de 1970 registrou pouco mais de sete milhões de pessoas na região; em 2010 esse número tinha mais que triplicado: eram 24,3 milhões de pessoas residentes. Finalmente, os dados preliminares do Censo 2022 é de 26,4 milhões a população na Amazônia legal (Gráfico 1).

O crescimento rápido da população total, impulsionado tanto pelo alto crescimento vegetativo quanto pela migração. A taxa anual de crescimento da população da região, se manteve acima da média nacional desde os 1970, embora esse crescimento tenha se distribuído de modo variado entre as UFs e mais ainda entre número elevado de municípios amazônicos.

Considerando uma distribuição dos municípios amazônicos segundo estratos de tamanho da população (Tabela 2), podemos notar diferentes ritmos de crescimento no período 1970-2022. Notamos que o conjunto da região passou pelo decréscimo das taxas de crescimento demográfico, situação prevalente no conjunto da população do país (Wong e Carvalho 2006).

Gráfico 1: Amazônia Legal: População total, 1970-2022

Fonte: Sidra IBGE

Tabela 2: Amazônia legal: Número de municípios e taxa de crescimento do número de municípios, 1970-2022.

Período	Número de Municípios na Amazônia Legal	Taxa média	Desvio Padrão	Min.	Max.
1980/1970	332	2,94	3,63	-8,00	25,37
1980/1991	363	1,16	3,43	-13,01	16,44
1991/2000	502	0,31	3,87	-15,54	19,23
2000/2010	757	1,59	2,08	-6,27	9,88
2010/2022	771	0,38	1,56	-5,00	9,63

Fonte: Sidra IBGE

Tabela 3: Taxa de crescimento anual da população segundo estratos de tamanho de municípios, 1970-2022

	1970/1980	1980/1991	1991/2000	2000/2010	2010/2022	Média
1 milhão ou mais			1,45%	3,74%	0,38%	1,86%
300 mil a 1 milhão	6,31%	-5,05%	5,32%	0,41%	4,49%	2,30%
100 mil a 300 mil	8,28%	4,45%	0,95%	3,01%	1,01%	3,54%
50 mil a 100 mil	5,48%	3,14%	0,28%	2,15%	0,31%	2,27%
20 a 50 mil	3,14%	2,87%	1,10%	1,09%	0,00%	1,64%
20 mil ou menos	0,07%	1,89%	3,39%	-0,23%	-0,20%	0,98%
Total	3,63%	1,93%	1,91%	1,20%	0,82%	

Fonte: Sidra IBGE

Enquanto na década 1970-1980 o conjunto da população da região cresceu a 3,63% ao ano, no

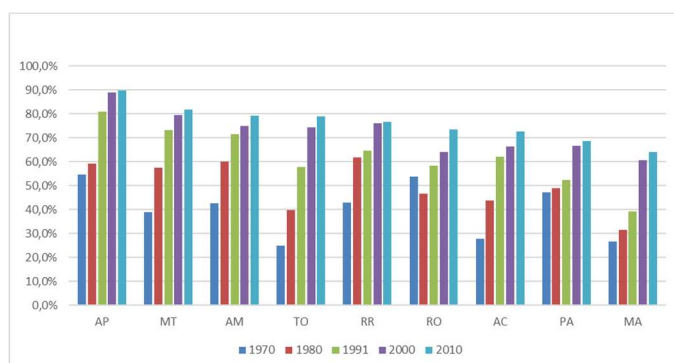
último intervalo entre censos (2010-2022) a taxa de crescimento foi abaixo de 1.0% (Tabela 3). É importante notar que esse ritmo de crescimento se comporta de modo distinto a depender da escala demográfica dos municípios. Os municípios de estratos intermediários têm mantido crescimento acima da média regional, enquanto os municípios pequenos (abaixo de 20 mil) e as metrópoles (acima de 1 milhão de hab.) tem crescido mais lentamente. Em ambos os casos, porém – metrópoles e pequenos municípios – o crescimento lento ainda assim é um processo complexo em termos de gestão do território e oferta de serviços públicos e privados na Amazônia. A população das metrópoles regionais - Manaus, Belém e São Luiz – é de 4.4 milhões de pessoas; somadas aos municípios acima de 0.4 milhão (Cuiabá, Ananindeua, Porto Velho) temos 5.99 milhões de pessoas – 31% da população da região amazônica. Por outro lado, os municípios com menos de 20 mil habitantes são 483 – 65% do total de municípios e cobrem a maior parte do território da região.

Esse quadro é compatível com a trajetória histórica da região amazônica, na qual desde o século XIX houve momentos de expansão e retração econômica e demográfica vinculados à flutuação da demanda externa por produtos de exportação. Essa tendência aparece nos dados demográficos das últimas seis décadas ao examinarmos a população dos municípios. Considerando os municípios nos quais as taxas de crescimento têm se mantido mais elevadas nas últimas décadas percebemos um padrão histórico na região de crescimento acelerado em áreas de expansão econômica puxada por recursos naturais. Municípios nos quais a economia mineradora (Canaã do Carajás-PA, Parauapebas-PA) e o agronegócio (Lucas do Rio Verde-MT) se expandiram no período recente são destaques em termos de tamanho da taxa de crescimento.

Taxas de crescimento demográfico elevadas significam na prática o aumento acelerado das dificuldades enfrentadas pelos municípios e estados para adequação da oferta de serviços públicos. Ademais, em alguns casos, o crescimento não se apresenta como uma tendência estável. Se o movimento econômico que impulsiona a atração de população não se enraíza nas condições locais, muitos municípios vivem perda de população rápida em períodos posteriores¹. A instabilidade econômica tanto quanto demográfica colocam as administrações municipais e estaduais frente a dificuldade em expandir e melhorar a qualidade de sua infraestrutura, particularmente em áreas com características urbanas.

¹ O município de S. Felix do Xingu (PA) é um dos casos curiosos do que chamamos instabilidade econômica e demográfica. No Censo Demográfico 1991 SFX teve 24.891 pessoas recenseadas; em 2000, 34.621; em 2010 foram 91.340; em 2022 foram 65.418 habitantes. Santa Luzia (PA) temos 116.525 (1991); 69.271 (2000); 74.043 (2010); e 57.635 (2022). Não obstante a emancipação de distritos tenha papel nesses processos, tais mudanças são importantes como fator de modificação do quadro local de oferta de serviços.

Gráfico 2: Amazônia legal: % População urbana segundo UFs, 1970-2010



Fonte: Sidra IBGE.

O crescimento da população amazônica se conecta diretamente aos processos de urbanização na região. Em 2010 todas as UF's da região tinham mais de 64% de sua população em áreas consideradas urbanas segundo os critérios oficiais brasileiros².

A profusão de localidades nos municípios amazônicos

É característico da distribuição espacial da população na Amazônia a existência de numerosas localidades grande parte delas bastante isoladas e sendo esse isolamento bastante severo tanto em termos de distância quanto de acessibilidade. Esse aspecto se relaciona as grandes dimensões do território amazônico, as condições ambientais com grandes áreas florestadas e áreas úmidas como várzeas, alagados e aos grandes rios da planície amazônica. Além disso, o surgimento e permanência dessa multiplicidade de localidades relaciona-se à variedade de formas pelas quais as populações da região tem incorporado os diversos recursos do tropico úmido à vida social e econômica ao longo de quatro séculos, e antes com os povos originários, conformando a chamada economia extrativista (Murrieta e Pinzon Rueda, 1995). Mais recentemente essas condições sócio-históricas se incorporaram aos elementos do ordenamento territorial formal, no mosaico de unidades de conservação, terras indígenas, territórios quilombolas e áreas afins.

Em relação ao tema da ampliação da oferta hídrica adequada na Amazônia, a discussão a respeito da existência desse grande número de localidades ganha sentidos particularmente importantes quando conectamos a dois outros aspectos da organização territorial da região: a grande extensão do território dos municípios e a existência de inúmeras unidades de conservação, territórios

² Quando se redige esse relatório os dados de situação de domicílio do Censo 2022 não foram ainda divulgados.

indígenas e áreas de povos tradicionais. Tentaremos discutir cada um desses pontos em seguida.

Tabela 4: Amazônia Legal: Número de localidades segundo UFs e faixas de tamanho do território do município

Estado	Faixa de tamanho de território do município					Total	Percentual por UF
	Até percentil 25	Percentil 25 a Mediana	Mediana a Média	Média a percentil 90	Percentil 90 a máximo		
Amazonas	12	5	112	403	1287	1819	33,40%
Pará	164	163	429	224	445	1425	26,20%
Maranhão	345	428	186	19	3	981	18,00%
Acre	81	37	117	95	157	487	9,00%
Rondônia	37	65	69	19	28	218	4,00%
Amapá	-	17	27	101	60	205	3,80%
Mato Grosso	13	31	34	44	29	151	2,80%
Tocantins	39	19	15	4	1	78	1,40%
Roraima	-	2	6	40	28	76	1,40%
Total	691	767	995	949	2038	5440	100,00%

Fonte: IBGE

No conjunto dos 722 municípios da Amazônia legal existe o notável número de 5540 localidades. Nos estados do Amazonas e Pará, maiores em extensão territorial, estão 59% desse total. Os estados do Tocantins e Roraima são os que tem um pequeno número de localidades, 154 ao todo, nas duas UFs, e apenas 2,8% do total. Os demais estados (Maranhão, Acre, Rondônia, Amapá e Mato Grosso, tem em conjunto 2042 localidades, 37% do total. Notamos, portanto, a existência destas localidades é um fenômeno amazônico de grande importância.

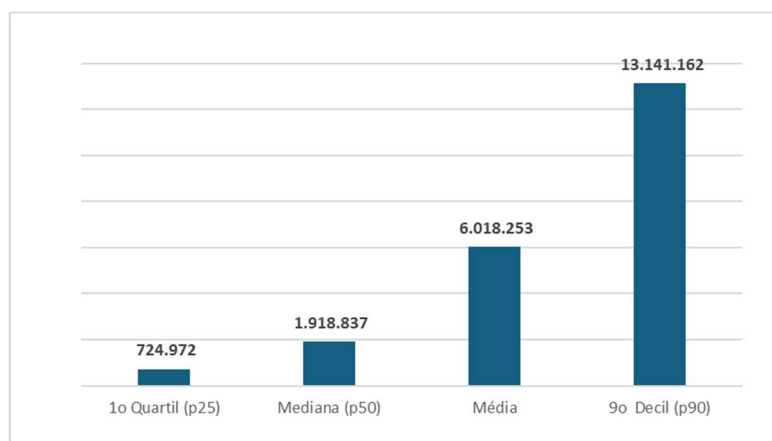
Os dados nos permitem olhar para essa distribuição considerando estratos de tamanho do território dos municípios. Como um parâmetro para essa distribuição consideramos uma classificação do tamanho das áreas em km². Usando a média e a mediana como métricas de referência inserimos uma categoria abaixo e uma acima de ambas: o percentil 25 e percentil 90 (ou 9º decil). Temos assim cinco faixas de tamanho de território. Os municípios se distribuem de modo equilibrado entre as faixas, como menor peso nas de maior extensão do território. A variação da média do tamanho de território por faixa, por sua vez, é muito expressiva.

Tabela 5: Amazônia legal (Municípios que possuem localidades): número de municípios, média e soma de área do território segundo faixas de área

Faixa de área dos municípios	Número de municípios	Média da área do território por faixa (km ²)	Soma da área dos municípios por faixa (km ²)
Menos de 725 (1o Quartil)	131	373.430	48.919.308
725 a 1.919 (1o Q a Mediana)	141	1.206.212	170.075.832
1.919 a 6.018 (Mediana a Média)	131	3.664.863	480.097.002
6.018 a 13.141 (Média a 9o Decil)	80	8.645.400	691.632.036
13.141 a 159.533 (9o Decil a máx.)	75	35.318.576	2.648.893.207
Total/ Média*	558	9.841.696*	4.039.617.385

Fonte: IBGE

Gráfico 3: Amazônia Legal: Medidas de dispersão para o tamanho de área dos municípios



Fonte: IBGE

Comparando com a média do conjunto dos municípios considerados (por possuir localidades) a média de tamanho de área da faixa mais baixa é de 0,04 do tamanho médio do território do conjunto dos municípios; a faixa superior tem uma média que é média 3.6 vezes a média do conjunto (Tabela 5). Por isso, mesmo sendo relativamente baixo o número de municípios, o conjunto do território englobado nos municípios dessa faixa seja represente mais de 60% da área total dos 588 municípios.

Tabela 6: Amazônia Legal: Municípios e localidades segundo faixa de tamanho de território

Faixa de área dos municípios (* Mil km2)	Número de municípios	Média da área do território por faixa (km2)	Soma da área dos municípios por faixa (km2)
Menos de 725 (1o Quartil)	131	373.430	48.919.308
725 a 1.919 (1o Q a Mediana)	141	1.206.212	170.075.832
1.919 a 6.018 (Mediana a Média)	131	3.664.863	480.097.002
6.018 a 13.141 (Média a 9o Decil)	80	8.645.400	691.632.036
13.141 a 159.533 (9o Decil a máx.)	75	35.318.576	2.648.893.207
Total	558	9.841.696	4.039.617.385

Fonte: IBGE-Censos Demográficos.

Dentre os 722 municípios da Amazônia legal 558 (77%) possuem localidades dentro de seu território. Novamente chama atenção o fato que nos municípios de território mais extenso se concentra o maior contingente de localidades – 2987 localidades, 54% do total – nas duas faixas de municípios com maior extensão territorial (Tabela 6). Esse padrão só não se verifica no estado do Maranhão – onde os municípios em geral não são territorialmente extensos, mas há muitos localidades. Nota-se que o Maranhão aparece como um estado da federação com padrão socioespacial e histórico peculiar no conjunto da Amazônia Legal. A visualização gráfica conjunta dos dados de tamanho de território e número de localidades, com a representação ordenada em sequência crescente do número de localidades por município, permite perceber que uma linha de tendência de crescimento do tamanho do território se apresenta também de modo crescente (Gráfico 4).

Não há surpresa nessa informação, por certo. As localidades são formas de assentamento que distribuem a população em territórios extensos. Considerando, porém, o objeto de fundo da discussão – os problemas da oferta hídrica nos municípios amazônicos – a informação tem relevância. Ela indica a reunião de duas condições do território que tem peso nas condições de ampliação da infraestrutura de oferta de água tratada e saneamento de modo geral: a ampla extensão e ocupação humana dispersa.

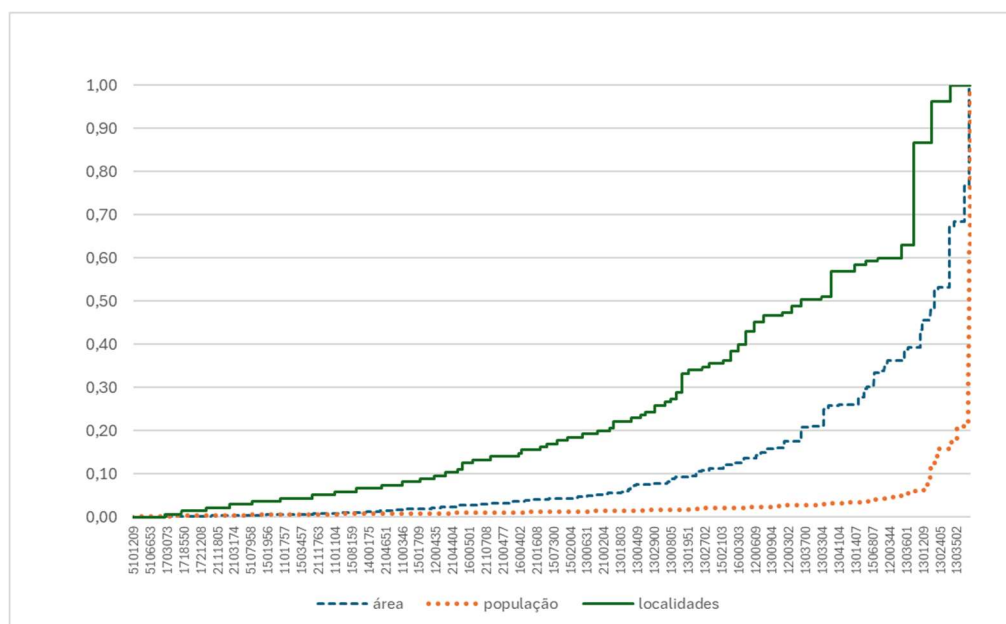
Tabela 7: Amazônia Legal: Distribuição de localidades por faixas de tamanho de território do município, 2022.

Faixa de área dos municípios (* Mil km ²)	Faixa de número de localidades						Total
	Até 9	9 a 24	25 a 36	37 a 60	61 a 80	81 a 135	
Menos de 725 (1o Quartil)	383	199	33	0	0	81	696
725 a 1.919 (1o Q a Mediana)	363	319	85	0	0	0	767
1.919 a 6.018 (Mediana a Média)	296	348	189	96	66	0	995
6.018 a 13.141 (Média a 9o Decil)	195	221	119	139	145	130	949
13.141 a 159.533 (9o decil a máx.)	67	327	273	392	561	418	2,038
Total	1.304	1.414	699	627	772	629	5.445

Fonte: IBGE

O Gráfico 4 mostra a distribuição normalizada entre 0 e 1 dos valores de população, área (km²) e número de localidades por município. A normalização das variáveis, que as coloca numa escala comparável, não obstante seja uma simplificação, permite a comparação dos três atributos dos municípios interessantes para a discussão do nosso problema – a relação entre a diversidade da condição local e a oferta da água nos municípios amazônicos.

Gráfico 4: Amazônia Legal: População total, área (km²) e número de localidades por município, 2022 (valores normalizados³ entre 0 e 1)



Fonte: IBGE; Censo Demográfico 2022.

³ O procedimento realizado foi a simples redução das variáveis ao intervalo entre 0 e 1, por meio do ordenamento e divisão de todos os valores pelo valor mais elevado.

O atributo distribuído de modo mais equilibrado é a presença de localidades, enquanto a distribuição mais concentrada é do tamanho da população, com o tamanho da área em posição intermediária. A comparação põe em relevo a dificuldade peculiar na oferta do serviço na região: a distribuição dispersa de localidades no território de unidades administrativas em um território extenso e com condições ambientais complexas, sendo que o desafio é a manutenção e não a redução dessa complexidade como questão fundamental.

Este quadro peculiar de distribuição espacial da população é, portanto, um aspecto chave na elaboração de políticas para o acesso a infraestrutura de modo geral, e para o acesso a água e saneamento em particular. Trata-se de um conjunto de condições sensíveis, que requisitam adaptação e inovação⁴ considerando os parâmetros consolidados de expansão da oferta de infraestrutura de saneamento para outras regiões do país. Ao mesmo tempo, dada a escala do empreendimento e a inadequação das experiências e estruturas que existem, abrem-se oportunidades de fomento a respostas que ainda não estão plenamente elaboradas. Note-se que nos municípios inseridos nas três primeiras faixas de tamanho de população existem 12 milhões de pessoas, aproximadamente 50% do total da região. Embora a média de população dos municípios seja baixa (35,9 mil pessoas) pequena nesse conjunto, o conjunto de localidades nas três faixas é muito grande: 5.156; 90% do total presente em toda a Amazônia legal.

Tabela 8: Amazônia Legal*: População total e média, número de municípios e de localidades por faixa de população total, 2022

Faixa de população	População	Média de população por município	Número de Municípios	Número de Localidades
Menos 20 mil	3.354.431	11.107	302	2.159
20-50 mil	5.009.546	30.178	166	2.007
50-100 Mil	3.663.166	66.603	55	990
100-300 mil	3.831.222	153.249	25	300
300 Mil-1 Milhão	2.964.506	423.501	7	211
1 Milhão +	4.404.867	1.468.289	3	12
Total	23.227.738	41.627	558*	5.679

Fonte: IBGE; Censo Demográfico 2022. * Os dados são para os 558 (dentre os 772) que possuem pelo menos 1 localidade.

⁴ Vale a observação de que inovação não é necessariamente sinônimo para o emprego de tecnologias *high tech* – isso é ciência e capital intensivas. As vezes o emprego de técnicas, equipamentos e estruturas de baixo conteúdo científico (*low tech*) oferece opções concretas e com eficiência local comprovada. Assim também, devemos considerar a importância da inovação institucional, tanto quanto a inovação técnica.

Esse conjunto de condições – dada a sua escala e especificidade – pode criar oportunidades para a pesquisa e a inovação conectando-as ao desenho, financiamento e implantação de políticas de saneamento para água e a região. São questões a se considerar, tendo em vista a centralidade das estruturas de saneamento para o perfil de urbanização e produção social do espaço, e a importância econômica da ambas como fatores de dinamismo econômico, condições de vida e trabalho da população. Trata-se de urbanização e produção do espaço numa região ambientalmente sensível e economicamente promissora, onde as opções convencionais de urbanização não tido grande êxito na convivência com o bioma. Diante disso, a experimentação e a busca de respostas alternativas e viáveis parecem pontos relevantes.

Unidades de conservação, reservas ambientais e ordenamento do território

Outro aspecto a discutir sobre condições do território que tem relevância para nossa discussão sobre a expansão da oferta hídrica na Amazônia é o fato de haver uma significativa porção do território da região sobre a qual incide uma camada de ordenamento territorial, que é, o conjunto das chamadas unidades de conservação. O chamado Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foi instituído no Brasil pela lei 9.985, de 18 de julho de 2000, consolidando o previsto no artigo 225 da Constituição de 1988, o qual indicava a necessidade de definir espaços protegidos em todos os estados da federação. A lei do SNUC estabelece diretrizes e procedimentos oficiais que permitem às três esferas de governo (federal, estadual e municipal) e à iniciativa privada a implantação e gestão de unidades de conservação (UC).

Não obstante o que sua denominação (com o termo *conservação*) possa sugerir à primeira vista, a condição normativa das UCs não as define de maneira homogênea, com iguais níveis de restrição ao uso dos territórios inseridos no SNUC. A permissão de tipos de uso de recursos, presença humana, tipo e intensidade das atividades econômicas científicas dentre outras possibilidades de conexão/interação entre dinâmicas de reprodução social e reprodução natural, sociedade e natureza variam de acordo com a categoria das UCs. A partir de parâmetros definidos em convenções internacionais para a conservação e proteção da biodiversidade, a legislação brasileira estabelece diferentes categorias de unidades de conservação.

As definições das UCs abrigam um gradiente de restrições. Nos casos mais controlados, existe a interdição rígida às formas de uso econômico da área e seus recursos, com necessidade de autorização de autorizações para visita e pesquisa científica. Na condição oposta há aquelas onde há estímulo ao manejo estável de recursos vegetais e animais, o que dá lugar a economias extrativas, exploração controlada e manejo de sistemas vivos em intensidade variada (Tabela 7).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente⁵ Existem no Brasil 2.659 Unidades de Conservação, das quais 357 estão integral ou parcialmente no Bioma Amazônia. Em termos de área, existem no país, somando todas as modalidades de UCs, 256,5 milhões de hectares. Destes, 47% (120,5 milhões de hectares) estão no bioma Amazônia (Tabela 4). É interessante notar que esse alto percentual de áreas em UCs é muitas vezes superior ao que existe nos demais biomas brasileiros, com exceção das áreas marinhas. O fato acentua a importância da criação e da permanência do bioma Amazônia, por diversas razões. A importância ambiental das grandes áreas florestais do tropico úmido brasileiro é há muito um fato científico consolidado. Recentemente, tem se tornado cada vez mais marcada a importância da permanência deste bioma para as condições climáticas do planeta (Malhi et al 2008; Artaxo et al 2023).

Quadro 1: Unidades de Conservação Brasileiras: categorias de manejo e síntese dos objetivos, segundo a legislação brasileira.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	
Preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais	Estação Ecológica (ESEC)
	Reserva Biológica (REBIO)
	Parque Nacional (PARNA)
	Monumento Natural (MONAT)
	Refúgio de Vida Silvestre (RVS)
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL	
Compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.	Área de Proteção Ambiental (APA)
	Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)
	Floresta Nacional (FLONA)
	Reserva Extrativista (RESEX)
	Reserva de Fauna (RFAU)
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)
	Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

Fonte: ISA Socioambiental⁶

A legislação brasileira define doze categorias de UCs divididas em dois tipos. O primeiro teria como objetivo “*preservar* a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais”. O segundo tipo seria daquelas UCs cujo objetivo é “*compatibilizar* a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais”.⁷ No primeiro grupo estão

⁵ Portal Dados Abertos: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/unidadesdeconservacao>, acesso 02/02/2024.

⁶ <https://uc.socioambiental.org/unidadesdeconservacao#categorias-uc>

⁷ Definição usada pelo ISA Socioambiental. <https://uc.socioambiental.org/pt-br>

as estações ecológicas, as reservas biológicas; os parques nacionais; os monumentos naturais; e os refúgios de vida silvestre. No segundo grupo, as áreas de proteção ambiental, as áreas de relevante interesse ecológico, as florestas nacionais (FLONAs), as reservas extrativistas (RESEX), as reservas de fauna, as reservas de desenvolvimento sustentável (RDS) e as reservas particular do patrimônio natural (RPPNs).

Tabela 9: Unidades de Conservação na Amazônia Legal: Área (km²) segundo categorias de manejo e nível de restrição ao uso.

CATEGORIA DE MANEJO	PROTEÇÃO INTEGRAL	USO SUSTENTÁVEL	TOTAL
Área de Relevante Interesse Ecológico		449	449
Reserva Particular do Patrimônio Natural		1.483	1.483
Reserva de Desenvolvimento Sustentável		112.111	112.111
Reserva Extrativista		147.667	147.667
Área de Proteção Ambiental		208.938	208.938
Floresta		303.723	303.723
Monumento Natural	349		349
Refúgio de Vida Silvestre	474		474
Reserva Biológica	53.169		53.169
Estação Ecológica	112.385		112.385
Parque	288.179		288.179
Total	454.556	774.371	1.228.927
Área de Relevante Interesse Ecológico		0,04%	0,00%
Reserva Particular do Patrimônio Natural		0,12%	0,10%
Reserva de Desenvolvimento Sustentável		9,12%	9,10%
Reserva Extrativista		12,02%	12,00%
Área de Proteção Ambiental		17,00%	17,00%
Floresta		24,71%	24,70%
Monumento Natural	0,03%		0,00%
Refúgio de Vida Silvestre	0,04%		0,00%
Reserva Biológica	4,33%		4,30%
Estação Ecológica	9,14%		9,10%
Parque	23,45%		23,40%
Total	36,99%	63,01%	100,00%

Fonte: IBAMA, Dados Abertos.

Tabela 10: Unidades de Conservação na Amazônia brasileira: número, área e percentual da área total, segundo categorias de manejo.

CATEGORIA DE MANEJO	NÚMERO DE UNIDADES	ÁREA (KM2)	ÁREA (%)
Monumento Natural	5	349	0,03%
Área de Relevante Interesse Ecológico	6	449	0,04%
Refúgio de Vida Silvestre	7	474	0,04%
Reserva Biológica	15	53.169	4,33%
Estação Ecológica	19	112.385	9,14%
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	27	112.111	9,12%
Reserva Particular do Patrimônio Natural	51	1.483	0,12%
Área de Proteção Ambiental	52	208.938	17,00%
Floresta	54	303.723	24,71%
Reserva Extrativista	78	147.667	12,02%
Parque	81	288.179	23,45%
TOTAL	395	1.228.927	100,00%

Fonte: IBAMA, Dados Abertos.

Tabela 11: Amazônia Legal: número de municípios incluídos em UCs segundo UF e nível de restrição de uso.

UFs	PROTEÇÃO INTEGRAL	USO SUSTENTÁVEL	TOTAL
Rondônia	16	15	31
Acre	5	13	18
Amazonas	12	35	47
Roraima	3	1	4
Pará	16	71	87
Amapá	4	11	15
Tocantins	5	40	45
Maranhão	15	70	85
Mato Grosso	31	21	52
Total	107	277	384

Fonte: IBAMA, Dados Abertos.

O grupo unidades de proteção integral – no qual prevalecem os maiores níveis de restrição à intervenção humana e uso econômico de recursos – representa 36,9% da área total de UCs na Amazônia. Complementarmente, o segundo grupo – no qual as possibilidades de uso econômico e presença humana são bastante variados – responde por 63,1% da área total de 1.22 milhões de km². No contexto desse estudo, esta informação não coaduna as afirmações de que a existência das UCs é um entrave ao uso dos recursos regionais (Tabela 5).

No grupo de usos mais restritivos (proteção integral) as UCs mais extensas são das categorias

Parques Nacionais e Estações Ecológicas, que juntas representam 32.5% das áreas total das UCs. Por outro lado, o conjunto das Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS's); Reservas Extrativistas (RESEX) e Áreas de Proteção Ambiental (APAs) somam 773 mil km², 53.7% da área protegida total. Trata-se de modalidades com espectro bastante amplo de usos, que procuram assegurar obviamente a permanência do bioma e não sua supressão, o que implica por consequência a permanência de grupos humanos no interior das áreas e, portanto, a existência de processos de ocupação em modalidades urbanas e rurais em graus variados de densidade, diversidade e dispersão. Afinal, sabemos que os usos econômicos e as necessidades de reprodução social baseadas no uso da biodiversidade não podem prescindir de suportes em infraestrutura, ainda que se exija adaptação ao contexto ambiental (Monte-Mór 2011).

No contexto aqui discutido, da oferta hídrica nos municípios amazônicos, surge a necessidade de refletir sobre como a existência e modalidades de UCs eventualmente afetam as possibilidades de distribuição de infraestrutura urbana em geral e dos serviços de água e saneamento na Amazônia de modo específico. O status regulatório das UCs, formalmente, é um fator de modulação das possibilidades e formatos de expansão e adensamento da ocupação de áreas urbanas.

Ao mesmo tempo, os recursos madeireiros, vegetais, animais, pesqueiros, cênicos e estéticos das florestas, rios e corpos d'água e paisagens naturais podem dar lugar a atividades de pesquisa, manejo e extrativismo vegetal e animal, cultivo de espécies, turismo, dentre outras formas de diversificação econômica que em muitos casos sustentam economias urbanas e regionais dinâmicas (Costa 2015; 2020). Porém as são possibilidades de criação econômica, geração de trabalho e renda cuja existência depende da existência/permanência do bioma e dos seus ecossistemas.

Podemos dizer de modo esquemático que as seguintes questões estão implicadas na interação entre infraestruturas urbanas, dentre elas saneamento e oferta hídrica, no contexto das áreas de UCs:

- A instalação de infraestrutura é simultaneamente uma condição e um resultado do dinamismo social e econômico de assentamentos humanos. A existência de infraestrutura viabiliza a permanência estável e saudável dos grupos humanos no território. No caso da água, em particular, seu uso alimentar e em atividades domésticas cotidianas, como a higiene corporal e doméstica, é incontornável. A indisponibilidade de água potável, o uso de água de má qualidade (química, microbiológica etc.) ou o aumento da dificuldade no acesso, se transformam num constrangimento à estabilidade da vida social no território.
- As soluções precárias e/ou buscadas individualmente pelos residentes fazem crescer o custo social conjunto do acesso à água. Tais opções podem inclusive conduzir a um cenário de dilapidação dos recursos existentes ou de sua privatização em formatos extremos e

espúrios. Por isso mesmo, a construção de governança pública é um aspecto tão recorrente deste tipo de serviço ao longo da história humana e no mundo moderno.

- As modalidades de infraestrutura urbana são fatores importantes no padrão de produção do espaço, na interação com a natureza preexistente e nas possibilidades de permanência dos sistemas naturais complexos (biomas, ecossistemas etc.). Por razões variadas, as infraestruturas urbanas podem ser mais ou menos afeitas à convivência entre sociedade e natureza, ou pela tendência de supressão dos sistemas vivos naturais. Isso tanto dentro das áreas urbanas como no seu campo de influência direto e indireto.
- Tratando-se da oferta infraestrutura em localidades conectadas a UCs ou inseridas dentro delas próprias, a questão de buscar um padrão que permita a convivência torna-se de especial importância. No campo da formulação de políticas para UCs, a insuficiência ou inexistência de estruturas compatíveis com a coexistência com estas unidades é um desafio considerável na própria possibilidade de êxito das UCs. Ao mesmo tempo, a criação e instalação destas infraestruturas compatíveis é uma oportunidade de criação econômica com base em pesquisa em desenvolvimento e potenciais benefícios regionais.

Considerando isso, a distribuição esparsa de localidades com população de pequena escala pode não ser vista como uma anomalia. Ao contrário, esse arranjo espacial é um resultado *evolucionário*⁸ dos processos históricos da região. São um arranjo espacial que emerge de um processo de longo prazo que se prevalece frente a outras opções porque se ajusta razoavelmente bem à configuração dos elementos presentes (extensão do território, acesso por rios, grandes maciços florestais, áreas de difícil permanência, etc.). As localidades são, nesses termos, uma distribuição de assentamentos humanos afinada a condição de uso dos recursos da biodiversidade da Amazônia (Ventura Neto et al 2023). Isso porque essas localidades integram sistemas de fluxos, hierarquias e complementaridades, conectando elos de menor hierarquia (as localidades) no sistema de centros urbanos de hierarquia mais elevada. Essa rede de centros com hierarquia e complementaridade, não obstante seus problemas e insuficiências, organiza os fluxos da economia de recursos naturais da região (Correa 1994, Silva et al 2022).

⁸ Evolucionária no sentido de um resultado evolutivo não finalístico, como colocado pela economia neoschumpeteriana e do institucionalismo de T. Veblen. Ver Agne e Conceição (2018).

Tabela 11: Amazônia Legal: Distribuição de localidades segundo UF e Territórios de UCs

Estado	Fora de UC	Dentro de UC	Total
Rondônia	202	16	218
Acre	408	79	487
Amazonas	1.350	474	1.824
Roraima	65	17	82
Pará	1.176	249	1.425
Amapá	178	29	207
Tocantins	78	-	78
Maranhão	728	265	993
Mato Grosso	146	5	151
Total	4.331	1.134	5.465

Fonte: IBGE – Censos Demográficos, IBAMA Dados Abertos.

No conjunto das 5465 localidades dentro da Amazônia Legal, 1.134 estão localizadas dentro de UCs, o que representa 21% do total. Novamente, os estados do Pará, Amazonas e Maranhão são os que se destacam neste tipo de situação – localidades inseridas em UCs. Considerando a existência dessas localidades em termos do grau restrição ao uso das UCs, notamos que menos de 10% das localidades encontram-se dentro de áreas de proteção integral, enquanto mais de 90% se encontram dentro de UC de uso sustentável.

Tabela 12: Amazônia legal: Distribuição de localidades segundo categorias de manejo das Unidades de Conservação, 2022.

Categoria de Manejo da UC	Proteção Integral	Uso Sustentável	Total	Percentual
Estação Ecológica	9		9	0,80%
Floresta		123	123	11,00%
Parque	66		66	5,90%
Reserva Biológica	21		21	1,90%
Reserva Extrativista (RESEX)		300	300	26,80%
Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)		134	134	12,00%
Área de Proteção Ambiental (APA)		468	468	41,70%
Total	96	1.025	1.121	100,00%
Percentual	8,60%	91,40%	100,00%	

Fonte: IBGE Censos Demográficos. * Nota a diferença entre esse número e o total da 3ª coluna da Tabela 9 são informações *missing* (incompletas) na tabela de localidades.

Distinguindo entre as categorias de UCs, novamente a parte mais significativa se insere em modalidades pouco restritivas como as APAs (41,7%), RESEX (28,6%) e RDS (12%) (Tabela 10). Nos três casos, o estatuto das UCs considera a presença e atuação de grupos humanos, sendo que no caso das RESEX e RDS há menção explícita à importância dos grupos extrativistas e populações tradicionais como parte dos sistemas de sociobiodiversidade que definem a importância da própria UC.

Ao mesmo tempo, os dados sobre crescimento da população que vimos acima, mostram que o surgimento de aglomerações urbanas de maior escala é uma realidade na região. Isso ocorre inclusive nas áreas nas quais predomina a economia extrativista. A história da Amazônia mostra que em momentos em que essa economia extrativista viveu momentos de aceleração houve casos de centros urbanos associados a essa economia que viveram períodos de rápido crescimento. Esse aspecto coloca em primeiro plano a importância de discutir modelos de infraestrutura urbana, de produção e organização do espaço urbano compatíveis e mutuamente enriquecedores com a realidade e os objetivos das UCs.

Terras Indígenas e Territórios Quilombolas

A presença indígena e quilombola é um aspecto expressivo no território amazônico. Muito embora o contingente total de população indígena e quilombola não tenha números superlativos, as áreas indígenas e a dispersão destes grupos no território amazônico compõe o quadro já discutido das condições de oferta hídrica na região, no qual a dispersão das localidades e as dificuldades da organização do território se somam a baixa densidade de infraestrutura de oferta.

Tabela 13: Amazônia legal: Distribuição de localidades indígenas segundo UFs; valores absolutos e relativos, 2022.

Estados	Municípios Sem Localidades Indígenas		Municípios com Localidades Indígenas		Total
	Absoluto	Percentual	Absoluto	Percentual	
Rondônia	25	48,1	27	51,9	52
Acre	10	45,5	12	54,5	22
Amazonas	1	1,6	61	98,4	62
Roraima	1	6,7	14	93,3	15
Pará	88	61,1	56	38,9	144
Amapá	11	68,8	5	31,3	16
Tocantins	120	86,3	19	13,7	139
Maranhão	151	83,4	30	16,6	181
Mato Grosso	82	58,2	59	41,8	141
Total	489	63,3	283	36,7	772

Fonte: IBGE – Censo Demográfico.

Tabela 14: Amazônia legal: Distribuição de localidades quilombolas segundo UFs; valores absolutos e relativos, 2022.

Estados	Municípios Sem Localidades Quilombolas		Municípios com Localidades Quilombolas		Total
	Absoluto	Percentual	Absoluto	Percentual	
Rondônia	46	88%	6	12%	52
Acre	22	100%	0	0%	22
Amazonas	52	84%	10	16%	62
Roraima	15	100%	0	0%	15
Pará	79	55%	65	45%	144
Amapá	5	31%	11	69%	16
Tocantins	108	78%	31	22%	139
Maranhão	95	52%	86	48%	181
Mato Grosso	124	88%	17	12%	141
Total	546	71%	226	29%	772

Fonte: IBGE – Censo Demográfico.

No caso dos grupos indígenas, entre os 772 municípios da Amazônia legal, um total de 283 (36.7%)

tem localidade indígena de algum tipo⁹ em seu território. Esse quadro médio é variado nos diferentes estados. No Amazonas e Roraima a presença de localidades indígenas esta em praticamente todos os municípios – 98% dos municípios em ambas as UFs. No extremo oposto, Tocantins e Maranhão tem uma presença mais discreta de localidades indígenas em seus municípios – 13% e 16%, respectivamente. Em posições intermediárias temos Acre (54,5%), Rondônia (51,9%) e Mato Grosso (41,8%), Pará (38,9%) e Amapá (31,3).

Considerando a distribuição de localidades quilombolas nos estados amazônicos temos que 29% dos municípios da região têm áreas quilombolas de algum tipo. Nos estados do Acre e Roraima não existem localidades quilombolas reconhecidas ou em processo de reconhecimento. Na posição oposta, no Amapá 69% dos municípios tem algum tipo de comunidade quilombolas; no Maranhão e Pará, 48 e 45%, respectivamente, dos municípios tem localidades quilombolas.

No caso dos grupos indígenas, um enfoque que adiciona complexidade ao tratamento da questão, surge se considerarmos o grande número, a diversidade das condições e o caráter disperso das aldeias. Os dados fornecidos pela FUNAI indicam a existência de 4238 aldeias em toda a Amazônia (Tabela 15). É certo que essa informação deve ser tomada com cuidado, dados elementos étnicos e territoriais implicados, dos quais não temos como tratar: tratar cada aldeia como uma unidade de política para oferta de água não é a questão. Mesmo assim, a presença intensa de assentamentos etnicamente específicos, acrescenta uma camada de complexidade ao problema da priorização da oferta de serviços de água (e esgoto) na região.

Nesse terreno – a grande presença de aldeias indígenas nos municípios amazônicos - pelo menos três questões podem ser indicadas com extrema brevidade como elementos a ser considerados nos exercício de priorização de áreas e localidades para implantação e/ou aprimoramento da oferta de água:

⁹ Nos referimos a “algum tipo” de localidade, dado que o status territorial de áreas indígenas e quilombolas tem variabilidade. Isso se deve principalmente aos processos de disputa política e jurídica pelo reconhecimento e demarcação desses territórios, mas também na medida em que processos insuficientemente discutidos e conhecidos de urbanização transcorrem dentro de áreas indígenas e quilombolas. Isso tanto em função de forças externas e conflitivas, mas também em função de dinâmicas internas nas mudanças de uso e ocupação do solo. Ver Emperaire e Eloy (2008); Eloy et al (2015); Sauma (2019).

- A implicação institucional e territorial das áreas indígenas dentro dos municípios como um fator que torna mais complexa a ação dos agentes locais no enfrentamento do problema da oferta hídrica
- As dificuldades técnicas específicas na oferta de água em áreas remotas, territorial e ambientalmente sensíveis devido ao modo de vida e relação dos grupos locais com seu território
- Os efeitos deletérios e cumulativos da precariedade, ou irresponsabilidade, e ausência de infraestrutura e políticas bem definidas para proteção de corpos d'água usados por povos originários aldeados afetados por ações exercidas por outros grupos em áreas externas aos territórios indígenas.

Tabela 15: Amazônia legal: distribuição aldeias indígenas e número de municípios segundo UFs, 2022.

Estados	Aldeias Indígenas	Municípios	Média por UF
Rondônia	200	52	3,85
Acre	257	22	11,68
Amazonas	1.114	62	17,97
Roraima	569	15	37,93
Pará	641	144	4,45
Amapá	118	16	7,38
Tocantins	273	139	1,96
Maranhão	327	181	1,81
Mato Grosso	739	141	5,24
Total	4.238	772	5,49

Fonte: IBGE, Censos Demográficos.

Em conjunto, tanto os territórios e grupos indígenas e quilombolas – tanto quanto outros de menor visibilidade como populações cultural e territorialmente específicas como pescadores, ribeirinhos e manejadores de áreas de várzea e alagados, extrativistas florestais, campesinatos caboclos, etc. – podem ser vistos como segmentos sociais prioritários na definição de políticas para a oferta de água potável para consumo e produção. Essa priorização tanto deriva de sua relativa vulnerabilidade e da sensibilidade ambiental dos territórios que ocupam quanto pelo fato menos obvio de que a especificidade de sua realidade socioespacial é das que demanda insumos técnicos, tecnológicos e institucionais inovadores, mas não necessariamente de alto custo ou intensivos em ciência e capital. Noutras palavras, por ser singular e ambientalmente sensível a realidade destes grupos coloca oportunidades para a pesquisa e a inovação “a partir de dentro”: de dentro do território, de dentro das instituições de pesquisa regional, de dentro da capacidade

empresarial local e regional. Esses aspectos merecem uma avaliação cuidadosa pelas oportunidades econômicas que sinalizam.

3. Abastecimento de água (e esgoto) nos municípios amazônicos

No último decênio a oferta hídrica na Amazônia Legal evoluiu a uma taxa média de 4,47% a.a. para serviços de abastecimento de água e 13,14% a.a. para serviços de coleta de esgoto (tabela 1). Em termos absolutos esse avanço significa uma cobertura ainda limitada, em comparação com outras regiões do país. Segundo dados de 2021, menos de 60% da população da AML naquele ano era atendida com água potável e pouco mais de 10% da população tinha esgoto coletado, em termos absolutos isso representa um universo de aproximadamente 16 milhões de pessoas atendidas com abastecimento de água e pouco menos de 4 milhões de pessoas com coleta de esgoto.

A bem da verdade, a realidade do saneamento no Brasil, excluindo AML, não é satisfatória em termos de cobertura e de qualidade na oferta de serviços de abastecimento água e coleta e tratamento de esgoto, sobretudo para municípios de pequenos e médios, abaixo de 500 mil habitantes. Ainda assim, dados do SNIS apontam para uma distância considerável entre os municípios da Amazônia Legal e o restante do país (tabela xx). A comparação entre os dois contextos mostra que a diferença na cobertura de serviços de abastecimento de água, para o ano de 2021, apresenta uma diferença em média de 24%. As principais diferenças se concentram entre os municípios médios, que possuem de 100 a 500 mil habitantes, cujo percentual de população atendida é de 61,7%, em municípios da AML, contra 89,8%, correspondendo a municípios fora da AML. Apesar de menor, essa diferença é significativa também entre municípios que compõem áreas metropolitanas, situados na faixa acima de 500 mil habitantes, em que apenas 76% da população é atendida por serviços de abastecimento de água, contra 96,4% de municípios fora da AML.

No casos dos serviços de coleta de esgoto essa diferença, ainda observando apenas os dados de 2021, é ainda mais significativa e abrange todas as faixas de municípios, com destaque para as duas primeiras faixas populacionais, que correspondem a municípios de até 50 mil habitantes, em que a porcentagem de população atendida em municípios da AML não ultrapassa os 6%, enquanto fora da AML a porcentagem da população atendida atinge a marca de 42,6%, entre os municípios fora da AML. De forma distinta dos serviços de abastecimento de água, a diferença entre a população servida com coleta de esgoto é maior nas áreas metropolitanas da AML, aonde apenas 29,8% da população é atendida, contra 82,3% nos municípios fora da AML.

Tabela 16: Amazônia legal (AML) e Brasil (Menos-AML): Percentual de população de municípios atendida por serviços de água e esgoto.

% população com abastecimento de água						
Faixa de população	BR-AML	AML	BR-AML	AML	BR-AML	AML
	2011	2011	2016	2016	2021	2021
Menos 20 mil	79,9	53,9	82,5	62,2	85,7	64,5
20-50 mil	72,5	44,6	72,4	46,4	73,9	50,8
50-100 Mil	80,6	43,7	81,1	51,4	81,0	52,6
100-300 mil	90,8	50,3	90,8	56,1	89,8	61,6
500 mil e mais	95,2	88,0	95,8	74,5	96,4	76,6
Total	86,4	57,3	87,1	59,4	87,9	62,4
% população servida com coleta de esgoto						
Faixa de população	BR-AML	AML	BR-AML	AML	BR-AML	AML
	2011	2011	2016	2016	2021	2021
Menos 20 mil	28,6	2,7	38,0	4,6	42,6	6,3
20-50 mil	30,7	3,6	34,4	5,1	38,7	6,3
50-100 Mil	38,3	5,0	43,5	7,8	47,1	10,1
100-300 mil	57,3	8,7	63,0	22,3	66,9	23,3
500 mil e mais	77,1	26,8	78,8	19,8	82,3	29,8
Total	52,5	10,3	57,5	13,5	61,8	17,1

Fonte: SNIS. Elaboração dos autores

Pela série histórica dos dados é possível observar que o avanço da cobertura de serviços de saneamento na AML tem sido mais lento no período selecionado para estudo em relação ao restante do Brasil. Em resumo, no período recortado, as estimativas do SNIS para municípios fora da AML apontam para a inclusão de cerca de 20 e 27 milhões de pessoas, respectivamente, e com atendimento de água e coleta de esgoto, o que representa 87,9% e 61,8% da população respectivamente. No caso da AML, mesmo que em termos percentuais essa expansão tenha se mostrado representativa, tanto em relação ao abastecimento de água quanto aos serviços de coleta de esgoto, em termos absolutos o acréscimo de população atendida no decênio é relativamente baixa. Para os serviços de abastecimento de água a estimativa do SNIS é que cerca de 4 milhões de habitantes da AML tenham acessado serviços de abastecimento de água no período, atingindo a marca de aproximadamente 16 milhões de pessoas, o que representa 62,4% da população da região, enquanto que para os serviços de coleta de esgoto essa entrada tenha sido bem mais lenta, enquanto que os serviços de esgoto atendem a aproximadamente 4 milhões de pessoas atualmente, ou pouco mais de 17% da população da AML.

As características do território, como mostramos anteriormente, parecem influenciar diretamente

nos limites à expansão da rede de água e especialmente de esgotamento, em que pese o padrão de dispersão das localidades rurais e a distância da sede municipal. Ocorre que essa realidade, além de precária em relação ao resto do país, carrega diferenças regionais significativas. Neste relatório, optamos por estabelecer um recorte na escala municipal, agregando os dados em faixas populacionais. Nesse sentido é fundamental entender essa expansão observando de forma isolada apenas os dados para os municípios da AML, sem nenhum tipo de comparação com outras regiões. Começamos pela expansão das redes de água e esgoto em relação ao número de municípios, para em seguida iluminar o padrão de expansão da rede para regiões fora da sede municipal.

No primeiro ponto, a expansão de municípios que declararam possuir rede de água ou de esgoto, os dados do SNIS indicam uma expansão prioritária entre os serviços de abastecimento de água.

Se no ano de 2011 os serviços de abastecimento de água estavam presentes em 582 municípios (70,4% do total) da AML, em 2021 essa abrangência chegou ao patamar de 662 municípios (85,7%). Essa expansão ocorreu de forma mais significativa entre os municípios de até 20 mil habitantes, em que 62 novos municípios declararam a presença de sistemas de abastecimento e 27 declararam a presença de redes de coleta de esgoto. Apesar disso, a presença dos sistemas de coleta de esgoto entre os municípios ainda é bastante restrita, abrangendo apenas 127 municípios da AML ou cerca de 16% do total de municípios da AML.

Tabela 17: Amazônia legal (AML) e Brasil (Menos-AML): Municípios atendida por serviços de água e esgoto.

Faixa de população	Municípios atendidos por sistema de abastecimento de água			Municípios com sistema de coleta de esgoto		
	2011	2016	2021	2011	2016	2021
Menos 20 mil	342	387	404	16	33	43
20-50 mil	135	139	159	19	27	34
50-100 Mil	51	50	58	11	13	18
100-300 mil	34	35	34	14	24	25
500 mil e mais	4	4	7	4	4	7

Fonte: SNIS. Elaboração dos autores

Em resumo, em termos de distribuição da infraestrutura de água e esgoto entre os municípios da AML (Tabela XX), é notável observar que o crescimento nos serviços avançou mais entre os municípios até 20 mil habitantes, especialmente no sistema de coleta de esgoto, que cresce a uma taxa de 17,78% a.a no período, enquanto sistemas de abastecimento de água avanço a uma taxa menor, de 4,63% a.a. Porém importa entender que alcance da rede de esgoto na faixa dos municípios de até 20 mil habitantes abrange pouco mais de 3,8% da população, enquanto os sistema de abastecimento apresentam valores muito superiores, atingindo cerca de 59% da população que moram nesses municípios.

De fato, a marca de população com abastecimento de água abaixo de 70% se mantém entre todas as faixas de municípios, com exceção dos municípios acima de 500 mil habitantes que no caso da AML, segundo as projeções para o anos de 2021, eram apenas 7: Belém, Manaus, São Luiz, Cuiabá, Macapá, Ananindeua e Porto Velho. Em relação a coleta de esgoto esse valor apresenta uma maior variação entre as faixas, atingindo o ponto mais elevado, 29,82% da população, apenas entre os municípios com mais de 500 mil habitantes e o ponto mais crítico entre os municípios de até 20 mil habitantes, onde apenas 6,25% da população tem acesso redes de coleta de esgoto.

Tabela 18: Amazônia legal: Percentual de população municipal atendida por água e esgoto segundo faixas de tamanho de município – 2011-2021

Faixa de população	% população atendida por água			% população com esgoto		
	2011	2016	2021	2011	2016	2021
Menos 20 mil	53,96	62,21	64,50	2,75	4,69	6,25
20-50 mil	44,63	46,48	50,87	3,63	5,11	6,29
50-100 Mil	43,78	51,46	52,60	5,05	7,80	10,08
100-300 mil	50,38	56,14	61,67	8,76	22,39	23,29
500 mil e mais	88,00	74,51	76,62	26,87	19,82	29,82
Total	57,31	59,43	62,43	10,32	13,57	17,18

Fonte: SNIS. Elaboração dos autores.

Importante entender que na AML os municípios pequenos, de até 20 mil habitantes, representam cerca de 41% do território e, ainda que respondam por apenas 16% da sua população, possuem a maior parte dos aglomerados rurais isolados da região e das unidades de conservação e terras indígenas presentes na região (Tabela 2). Se agregarmos os valores dos municípios com até 50 mil habitantes, podemos constatar que nos limites desses municípios estão presentes cerca de 80% dos aglomerados rurais isolados da AML, apenas a partir dos dados do IBGE.

Tabela 19: Amazônia legal: Distribuição e peso relativo de aglomerados rural isolados segundo faixas de população de municípios, 2022

Faixa de população	% sobre total de aglomerados rurais isolados (AML)	Número de Aglomerados Rurais Isolados	% da área da AML	% da População (2022)
Menos 20 mil	36,03	1962	41,13	16,92
20-50 mil	36,38	1981	33,01	20,84
50-100 Mil	18,18	990	16,72	15,22
100-300 mil	9,15	498	8,78	28,33
500 mil e mais	0,26	14	0,35	18,7

Fonte: IBGE, Censo Demográfico.

Em relação ao volume de água produzido e tratado (tabela xx), podemos perceber no período um padrão que se correlaciona aos dados de expansão da rede, onde é significativo o aumento de oferta de água e coleta de esgoto municípios de menor porte, até 50 mil habitantes. Nessas duas faixas o aumento no volume de água produzido é próximo de 100% em relação ao ano inicial da série. No caso dos municípios situados na faixa de 20 mil habitantes esse aumento foi da ordem de 77%, atingindo um volume de 249 mil metros cúbicos de água, enquanto entre os municípios situados na faixa até 50 mil habitantes esse aumento foi de 63%, chegando a um volume de 291 mil metros cúbicos.

No caso da coleta de esgoto esse montante, apesar de também expandir substancialmente entre os municípios até 50 mil habitantes da AML, ainda apresenta um resultado em termos de coleta bastante abaixo do recomendado, já que as normas de referência para o cálculo de volume de esgoto lançado na rede coletora indicam uma proporção de 80% do volume de água ofertado pelo sistema deve ser coletado como esgoto sanitário (Tabela 18). Sob esse filtro é possível observar que, com pouco mais de 7 mil metros cúbicos em municípios de até 20 mil habitantes e menos de 16 mil metros cúbicos entre os municípios de até 50 mil habitantes, o esgoto não coletado acumula um volume superior a 230 mil metros cúbicos, apenas entre os municípios de pequeno porte na AML. Se somarmos com o volume restante, chegamos ao valor superior a 1 milhão de metros

cúbicos de esgoto não coletado nos municípios da AML.

Tabela 20: Amazônia legal: Volume de esgoto coleta, tratado e déficit estimado de tratamento nos municípios, segundo faixas de tamanho de população, 2011-2021

Faixa de população	Volume de esgoto coletado (mil m3)			Volume de esgoto tratado (mil m3)			Déficit estimado no esgoto não coletado (m3)*	% Esgoto tratado sobre o coletado
	2011	2016	2021	2011	2016	2021		
Menos 20 mil	1,1	5,5	7,2	0,8	3,1	4,3	192,6	58,90
20-50 mil	3,8	11,4	15,1	2,3	8,1	9,9	218	65,28
50-100 Mil	8,8	13	14,4	7,2	12,6	13,9	189,5	96,89
100-300 mil	29,7	75,8	100,3	28,7	58,9	83,9	393,4	83,66
500 mil e mais	73,7	79,4	90	35,3	44,5	58,1	317,4	64,50
Total	117,1	185,1	227,1	74,3	127,2	170,1	1311	74,89

Fonte: SNIS. * Nota: a norma técnica 80% do volume de água usada é a estimativa de volume de esgoto coletado

Em termos de volume de água tratada é importante observar que a presença de Estações de Tratamento de Água (ETA) é mais frequente, 81,6% do volume de água produzido, entre municípios de grande porte, situados na faixa de 500 mil habitantes a mais de 1 milhão de habitantes. De fato, do volume total água produzida na AML, mais de 50% são tratada por meio de ETAs, contudo se fazem presentes ainda um volume considerável de soluções de tratamento por meio de desinfecção e por fluoretação. Nesses casos, são novamente os municípios de pequeno porte que se destacam nos dados referentes a esses tipos de tratamento, com mais de 40% do volume de água produzida por esses municípios sendo tratada por técnicas de desinfecção e cerca de 11% sendo tratada por meio de técnicas de fluoretação.

Tabela 21: Amazônia legal: Volume de água produzida e tratada nos municípios, segundo faixas de tamanho de população, 2011-2021

Faixa de população	Volume de água produzido (mil m3)			% Volume de água tratada em ETA			% Volume de água tratada por desinfecção			% Volume de água fluoretada		
	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021
Menos 20 mil	44,36	106,5	123,6	43	37,1	38,5	31,6	48,7	49,5	4,5	10,4	10,3
20-50 mil	40	78,5	122	49	44,3	38,1	22,5	41	41,8	10,6	13	12,4
50-100 Mil	33,7	56,5	72,4	54,8	50,1	40,7	23,2	31,6	28,4	23,2	17,8	17,6
100-300 mil	135,8	184,3	262,3	63,6	57,2	55,9	32,3	36,2	42,5	14,9	25,7	14,1
500 mil e mais	79	39,1	39,9	74,1	79	81,6	14,3	7,7	7,8	5,1	34,5	53,3
Total	333	465	620,4	63	59	55,8	23,2	29	32,2	10,4	24	24,2

Fonte: SNIS

Em relação ao atendimento de localidades fora da sede do município, os dados do SNIS mostram um crescimento significativo entre os municípios de 20 mil a 50 mil habitantes e de 50 mil a 100 mil habitantes. Na primeira faixa, de municípios até 20 mil habitantes, o número de localidades atendidas passou de 309 para 578, enquanto nos municípios até 50 mil habitantes esse montante saiu de 241 para 839 localidades. Por outro lado, o crescimento no número de localidades com coleta de esgoto sanitário é irrisória, não passando de 18 localidades nas faixas de municípios até 50 mil habitantes. Ao todo, os dados do SNIS atestam uma abrangência de atendimento com serviços de água de 2163 localidades, enquanto a coleta de esgoto atende apenas a 29 localidades, para ambos os casos exceto as sedes de municípios. No cômputo geral essa abrangência representa uma quantidade insuficiente de localidades atendidas com água e coleta de esgoto, menos de 40% e menos de 5%, respectivamente.

Tabela 22: Amazônia legal: Abastecimento de água e acesso a coleta de esgoto em localidades fora de sede, segundo faixas de tamanho de população, 2011-2021.

Faixa populacional do município	Número de localidades fora da sede atendidas por sistemas de abastecimento de água			Número de localidades fora da sede com sistemas de coleta de esgoto		
	2011	2016	2021	2011	2016	2021
Menos 20 mil	309	459	578	2	5	5
20-50 mil	241	341	839	2	0	13
50-100 Mil	145	178	429	0	4	6
100-300 mil	206	344	313	0	5	5
500 mil e mais	5	1	4	4	1	0
Total	906	1323	2163	8	65	29

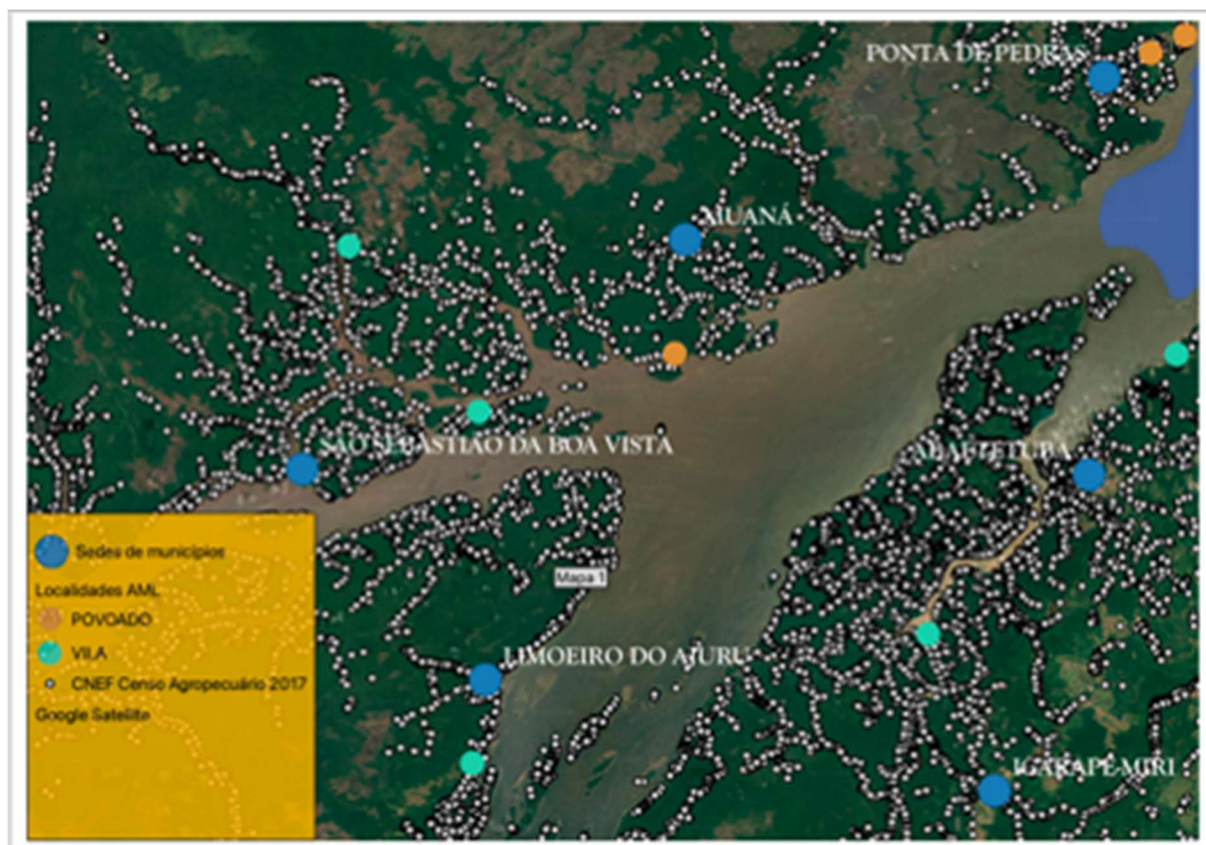
Fonte: SNIS

Fora isso, é importante observar que a distribuição da infraestrutura apenas entre as localidades registradas no IBGE pode ainda representar uma pequena parcela do universo de domicílios rurais da Amazônia, dado o padrão de dispersão dos mesmos entre os rios e várzeas da região. Essa diferença é possível de ser observada a partir da comparação com os dados do Cadastro Nacional de Endereços Fiscais (CNEF) gerado a partir do levantamento censitário realizados no âmbito do Censo Agropecuário de 2017.

Na imagem abaixo consta um recorte de duas regiões distintas da Amazônia Legal. O primeiro recorte apresenta um trecho do estuário do Rio Pará na ilha do Marajó, entre os municípios de Muaná e São Sebastião da Boa Vista. No segundo recorte consta um trecho das várzeas formadas pelo encontro entre os rios Amazonas e Tapajós, entre os municípios de Santarém, Alenquer e Curuá. Como é possível observar nas imagens, o número de domicílios rurais, especialmente

aqueles situados nas várzeas e beiras de rio, supera enormemente a quantidade de localidades registradas no IBGE.

Figura 1: Região do Baixo Tocantins e Arquipélago do Marajó: Sedes Municipais, povoados e pontos correspondentes a domicílios rurais, 2017.



Fonte: IBGE – Censo Demográfico e CNEF (Censo Agropecuário, 2017)

Figura 2: Região do Baixo Amazonas (confluência dos Rios Tapajós e Amazonas):

Sedes Municipais, povoados e pontos correspondentes a domicílios rurais, 2017.



Fonte: IBGE – Censo Demográfico e CNEF (Censo Agropecuário, 2017)

Padrão de dispersão dos domicílios rurais e a baixa oferta de água, evidenciada pelos dados do SNIS, mostra a forte dependência das famílias em relação aos rios para produção e consumo. Como forma de avaliar os impactos desse estado de coisas, ou seja, a conexão estreita entre o regime dos rios e a oferta de água para consumo e produção, o próximo produto deste contrato apresentará um exercício de estimação do efeito do comportamento de rios amazônicos diante de ciclos de redução de chuvas sobre a produção de alguns produtos da agricultura familiar na região.

O objetivo deste exercício será fornecer uma visão de como na situação de ausência de infraestrutura de oferta de água a produtividade de algumas culturas importantes para a segurança alimentar e a geração de renda entre produtores familiares depende diretamente do regime dos rios. O exercício deve fornecer então um termo de comparação sobre o efeito possível da instalação de estruturas de oferta de água compatíveis com o uso para a produção sobre as condições de renda e segurança alimentar de grupos da agricultura familiar e do extrativismo.

4. Oferta de água para produção da agricultura familiar e comunidades extrativistas

Diante da insuficiência da infraestrutura de abastecimento de água, e ao mesmo tempo, da abundância da rede hídrica da região amazônica, a proximidade de rios e corpos d'água, assim como as características de seu comportamento sazonal são aspectos muito importantes para o desempenho produtivo, econômico e a segurança alimentar de grupos camponeses, agricultores familiares e extrativistas na Amazônia.

Ocorre, entretanto que os eventos ligados ao processo chamado de mudanças climáticas, tem afetado tanto o regime de chuvas quanto o regime do sistema hídrico amazônico, e desta maneira se torna um fator que intervém diretamente das condições de vida da população amazônicas.

A magnitude das mudanças climáticas sujeita os recursos hídricos globais a transformações significativas, diminuindo a quantidade e qualidade de água disponível para o uso. Junto a isso, a quantidade de água demandada pela população mundial desde o século XX cresceu de forma expressiva intensificando a insuficiência do recurso (Carlos e Martorano, 2022)

Nesse contexto, Bertha (2012) discute a relevância da água e a crescente escassez desse recurso, comparando-o ao papel que o petróleo desempenhou no passado para acompanhar o progresso econômico. O Brasil possui uma posição estratégica em relação à água, onde boa parte do país tem abundância desse recurso, e o desafio nacional é quanto ao alocamento desse recurso. A autora evidencia as disparidades no cenário nacional no que diz respeito ao uso da água, destacando que o consumo pessoal é consideravelmente inferior à irrigação agrícola principalmente voltada para o agronegócio, enquanto a população é exposta uma fragilidade no acesso de água potável para a população.

Nas últimas décadas do século XX, o território Amazônico experimentou um intenso processo de urbanização, a chegada de novos habitantes expandiu as cidades que ocorreu de forma desordenada acarretando uma forte demanda quanto ao acesso à água e ao saneamento básico (Giatti e Cutolo, 2012). Veloso e Mendes (2013) argumentam que apesar da grande riqueza hídrica que existe na Amazônia, muitas comunidades situadas fora dos centros urbanos sofrem com ausência de água adequada.

É contraditória a relação de falta de água tratada em uma região que possui maiores reservatórios de água mundial. Ao que se observa, a região é tão rica em recursos hídricos naturais e é negligenciada no contexto de industrialização e urbanização, carecendo de acesso

à água potável no campo e na cidade para atender demandas da população (Giatti e Cutolo, 2012).

A distribuição e o acesso irregular à água de qualidade no território brasileiro indicam que as disparidades de renda transcendem além dos aspectos monetários, mas se manifesta em uma das necessidades mais básicas: o acesso à água. Além disso, as desigualdades regionais na conjuntura de distribuição desse recurso hídrico são evidentes, a região norte apresenta um dos menores percentuais de acesso à água da rede geral de abastecimento atingindo cerca de 58%, enquanto o sudeste apresenta uma taxa de 92% (Santana e Rahal, 2020). Nesse sentido, a Bertha (2012) expõe que o problema em relação à água no Brasil, está na maneira que é realizada a gestão dos recursos hídricos, sendo responsável por produzir escassez ao acesso de água de qualidade ao determinar a alocação desse recurso através de decisões de investimento.

Em um enfoque para o meio rural, é argumentado por Santana e Rahal (2020) que as soluções para o acesso à água precisam ser pensadas de acordo com a situação socioeconômica da localidade, os autores explicam que no meio rural a questão de sistemas coletivos podem não fazer sentido visto que no campo os domicílios se localizam distantes uns dos outros e sistemas coletivos seriam muito custosos para atender todas as famílias. Os autores expõem a grande fragilidade no atendimento de água para população rural, indicando que para que se supere essa condição é preciso adotar uma abordagem não convencional na distribuição de água.

A necessidade de acesso à água potável é fundamental para garantir a saúde e o bem-estar da população. No entanto, de acordo com Giatti e Cutolo (2012), Veloso e Mendes (2013), Santana e Rahal (2020) e Goveia (2021), na região Norte do país, essa necessidade torna-se um desafio mais evidente, uma vez que a área enfrenta desvantagens quanto ao abastecimento dos recursos hídricos, resultando em dificuldades para fornecer água de qualidade para todos.

Giatti e Cutolo (2012) destacam a necessidade de compreender o contexto de reprodução social das comunidades ribeirinhas e indígenas ao se pensar nos sistemas de distribuição de água tradicionais. Essas populações podem apresentar uma economia que não permita o custeio de formas tradicionais de abastecimento de água, de tal forma que a implantação de sistemas hídricos devem ser elaboradas para que a população seja capaz de se apoderar e realizar a gestão dos sistemas.

A falta da distribuição regular de água com tratamento adequado tem fortes impactos na saúde da população, dado que estão sujeitos a doenças de veiculação hídrica e a maior

propagação de doenças por não possuir formas apropriadas de prevenção que comprometem medidas de higienização (Goveia, 2012).

A ausência de canais de fornecimento de água motiva a população procurar outros meios para suprir suas necessidades básicas, porém não se pode atestar a adequação dessas fontes para consumo. Portanto, ressalta-se que é preciso mais que o fornecimento de água visto que apenas ter água não garante que ela tenha a qualidade necessária, ou seja, a difusão do acesso a esse recurso deve ser realizada com foco conjunto de distribuição e tratamento (Goveia, 2012).

A seguir os autores (Giatti e Cutolo, 2012; Veloso e Mendes, 2013; Lobo et al., 2013; Goveia, 2021) demonstram que a escassez e o acesso limitado à água tratada nessa região aumenta os riscos à saúde por meio de estudos que analisam a maneira que a qualidade da água impacta na saúde, assim como alguns sistemas de captação e tratamento que têm sido aplicados para encarar esses desafios específicos

Veloso e Mendes (2013) avaliam experimentos realizados na região rural da capital Amazônica Belém em busca de identificar iniciativas para captação e tratamento de água usadas na região. Os autores constatarem que a água pluvial representa um ponto de apoio para a população ribeirinha que não tem acesso a água adequada para o consumo, sendo utilizada por essas comunidades para as necessidades básicas.

Nesse sentido, os autores reforçam a importância do fornecimento de água de qualidade como forma de promover condições adequadas de vida onde o uso de água da chuva se mostra como uma alternativa potencial para promoção de água potável para a população.

Veloso e Mendes (2012) argumentam que a região insular de Belém está à mercê de uma água de baixa qualidade, ao se localizar próximo ao centro da capital, a proximidade se torna prejudicial para a população ribeirinha da região que tem as águas dos rios degradadas pela ação urbana. Os autores mostram evidências de que a qualidade da água que há na região contém componentes acima do indicado para a ingestão. Isso indica que o consumo de água contaminada é um fator de risco para a saúde da população ribeirinha que se expõe a doenças de veiculação hídrica.

A expansão do sistema de abastecimento de água para a localidade enfrenta desafios ligados à questão territorial, visto que o acesso às regiões rurais insulares do município de Belém se torna difícil para o sistema tradicional representando altos custos de implantação e manutenção. Algumas das iniciativas locais para contornar a dificuldade para obter água

potável parte do uso das águas pluviais armazenadas em cisternas, a operação de sistemas básicos de tratamento são realizados por meio de desinfecção solar (Veloso e Mendes, 2013)

O Lobo et al (2013) também estudam a região insular de Belém, assim como o observado por Veloso e Mendes (2012), os autores expõem que as comunidades que vivem nessa região é fortemente afetada pela ausência de água tratada, uma vez que o custeio para aproveitamento das águas dos rios que rodeiam as ilhas se torna inviável economicamente e o uso das águas provenientes dos lençóis freáticos não é possível devido características naturais da ilha que causam inundações prejudicando a qualidade da água.

A ingestão de água não tratada pode aumentar significativamente o risco de contrair doenças, expõe Lobo et al. (2013). A pesquisa dos autores revelou a incidência de doenças como diarreia, dores abdominais e palidez cutâneo-mucosa, também foram encontradas evidências de parasitoses como giardíase, amebíase e ascaridíase que geralmente estão ligadas a ausência de saneamento básico.

Frente a essa situação, é relevante entender o papel da tecnologia social (TS) no contexto de abastecimento de água. A TS está associada à concepção de tecnologias que sejam adaptadas para que a população que a utiliza seja apta a interagir com ela promovendo uma inclusão social. Diante das especificidades que algumas regiões amazônicas possuem, é preciso considerar os desdobramentos que a implantação de tecnologias pode ter na região e propor sistemas que sejam adequados ao meio social e ambiental (Lobo et al, 2013).

Nesse contexto, os autores apontam a tecnologia social SODIS usada para como um meio de promoção de acesso à água tratada para essas comunidades. Lobo et al (2013) investigaram o uso dessa tecnologia que utiliza a radiação solar como forma de desinfecção da água, a validade desse sistema é reforçada pela recomendação expressos tanto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) quanto pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância de acordo com os autores.

O sistema SODIS é operado a partir da captação de águas pluviais por meio de calhas nos telhados das casas e posteriormente armazenadas em reservatórios de fibra de vidro. Após o processo de armazenamento, a água é colocada em garrafas plásticas do tipo PET através de torneiras que estão instaladas nos reservatórios. O processo de desinfecção é realizado por meio da exposição à radiação solar durante seis horas consecutivas (Lobo et al, 2013).

O sistema possui uma tecnologia simples para se operar, no entanto, os autores destacam que algumas medidas devem ser tomadas para garantir o funcionamento adequado.

Essas medidas são baseadas na limpeza das calhas, reservatórios e garrafas PET, descarte da primeira água coletada e a realização correta da exposição ao sol.

Lobo et al (2013) avaliaram alguns aspectos da implantação da tecnologia SODIS na região, foi observado que as comunidades que utilizam da tecnologia se encontravam satisfeitas com acesso à água que elas possuem através do SODIS. Entretanto, em níveis de qualidade, os resultados atestaram que a água ainda não apresentava adequação suficiente para o consumo caso não ocorra algum processo de filtragem complementar. Apesar da inadequação do sistema para o consumo, os autores defendem que a água captada pode ser utilizada em tarefas domésticas e higiene pessoal.

De acordo com Lobo et al. (2013) a falta de efetividade do projeto em relação à água própria para o consumo ocorreu devido a falhas da comunidade que não tomaram as medidas de aplicação (como a exposição por seis horas seguidas) e a manutenção realizada de forma correta.

Dentro de estudos de caso quanto ao acesso e a qualidade da água, Giatti e Cutolo (2012) demonstraram que a água usada no consumo das comunidades indígenas que vivem no noroeste do estado do Amazonas apresenta contaminação de material fecal que estão ligadas a doenças diarreicas e verminoses. Os autores investigaram a relação da população de um município na mesma região com a água, percebeu-se que a população era abastecida com água captada diretamente do rio Negro e por meio de sistemas de distribuição que captam água de poços localizados na cidade, em ambos casos os sistemas não contavam com alguma forma de tratamento e monitoramento da qualidade da água.

Em uma investigação das Comunidades ribeirinhas da reserva de desenvolvimento sustentável de Mamirauá Giatti e Cutolo (2012) constataram a incidência de parasitos intestinais associados ao consumo de água não tratada, e foram identificados casos de vômitos e episódios diarreicos associados ao consumo de água entre os moradores.

Goveia (2012) investigou os impactos da falta de acesso à água na disseminação do coronavírus, responsável pela pandemia de COVID-19. O acesso à água desempenha papel fundamental para o cumprimento das recomendações de higienização de lavar as mãos com água e sabão dadas por autoridades da saúde. Nesse sentido, o autor relacionou dados de casos de COVID-19 no contexto pandêmico com o acesso a água e saneamento básico na região amazônica.

A baixa disponibilidade de água e qualidade inadequada é responsável por elevar o

número de casos de outras doenças além do COVID-19 como cólera, diarreia, febre tifoide e hepatite A, evidenciando a fragilidade no abastecimento de água.

O autor evidencia que a região norte possui o menor índice de atendimento de água do país, o que dificulta o atendimento das normas de higienização para a prevenção de COVID-19, levando grande parcela dos habitantes dessa região a estar exposta a essa doença. A população mais pobre sofre de forma mais acentuada com a questão da distribuição adequada de água, tornando-se ainda mais expostos ao coronavírus.

Goveia (2021) revela que a incidência de casos de COVID-19 por 100 mil habitantes é maior nas regiões Norte e Nordeste, e essas mesmas regiões são as que apresentam o menor acesso percentual de abastecimento de água. Esse resultado se repete ao analisar os estados da região Norte onde o Amapá apresenta o maior número de casos por 100 mil habitantes e possui o maior percentual da população sem disponibilidade de água tratada. Nesse contexto, o autor destaca que a região enfrenta desafios na obtenção de água, o que resulta em obstáculos adicionais para a população seguir as diretrizes de prevenção de doenças.

As mudanças climáticas têm impactos adversos na oferta de recursos hídricos, impactando não apenas o fornecimento de água para as famílias, mas também gerando desafios substanciais para a agricultura (Pinto et al., 2020; Santana e Rahal, 2020; Carlos e Martorano, 2022). A escassez de água, um dos efeitos mais evidentes da variabilidade climática, pode ser prejudicial para a produção agrícola, visto que a falta de água necessária para irrigação pode causar diminuição na produtividade, logo, a diminuição da produção agrícola (Carlos e Martorano, 2022). Alguns estudos explanados a seguir exploram a interseção entre a agricultura e os recursos hídricos, examinando de que maneira as mudanças climáticas afetam o setor agrícola e destacando abordagens para lidar com esses desafios.

O trabalho de Carlos e Martorano (2022) investigou indicadores de riscos nas bacias hidrográficas de uma região amazônica no interior do estado do Pará, especificamente os municípios de Belterra, Mojuí dos Campos e Santarém, analisando variáveis relacionadas a quantidade, variabilidade, qualidade e acesso à água.

As autoras argumentam que a agricultura familiar está exposta a potenciais escassez hídricas que podem ocorrer na região devido às mudanças climáticas, no cenário de escassez a produtividade agrícola da região amazônica tende a declinar o que ocasiona desdobramentos socioeconômicos para a população que vive da agricultura familiar. As autoras demonstraram que a falta de água na região é um elemento de vulnerabilidade para a produção agrícola, diante

dos resultados do estudo se observou que a variabilidade sazonal da disponibilidade dos recursos hídricos limita o cultivo agrícola em determinadas épocas do ano na região Amazônica.

A partir das projeções de aumento de temperatura, Carlos e Martorano (2022) detectaram um alto potencial para diminuição da fonte hídrica subterrânea e identificaram um alto risco para a ocorrência de secas. Os resultados do trabalho demonstram que a elevação na temperatura em cerca de 1°C a 2°C é capaz de alterar o fluxo das bacias hidrográficas da região, afetando negativamente a quantidade de chuvas e também resultando em um aumento da demanda por água por parte da população. Assim, destaca-se a importância de implementar métodos eficientes para coletar água da chuva, visando aproveitar ao máximo esse recurso.

O estudo de Santana e Rahal (2020) concentra-se na avaliação do impacto das tecnologias usadas para captação e armazenamento de água da chuva no meio rural. Essas tecnologias são empregues com o propósito de tornar mais acessível o fornecimento de água para consumo humano e para a produção de alimentos.

A promoção do acesso à água com tratamento adequado é uma forma de garantir a população do campo condições humanas adequadas e diminuir as disparidades entre o meio rural e urbano para que a população rural não abandone seu modo de vida em prol de uma qualidade de vida melhor na cidade. As famílias que dependem da agricultura como principal fonte de renda se encontram particularmente vulneráveis à escassez hídrica, especialmente devido às implicações das mudanças climáticas. O aumento das temperaturas, ocasionado por tais mudanças, intensifica a demanda por água, ao passo que reduz a disponibilidade desse recurso (Santana e Rahal, 2020).

A pesquisa conduzida por Santana e Rahal (2020) analisa o programa de cisternas, no qual a tecnologia empregada fundamenta-se em sistemas descentralizados destinados à captação e armazenamento de águas pluviais. Com a implantação dos sistemas no meio rural é possível que a população local consiga usar os reservatórios para produção familiar. Os autores destacam a importância de compreender esse programa como uma iniciativa de tecnologia social feita para a população e que mantém uma relação próxima de protagonismo dessa população participando do processo.

O trabalho de Pinto et al (2020) tem como enfoque a discussão acerca do desenvolvimento de assentamentos sustentáveis na Amazônia. Os autores demonstram uma preocupação em relação à evolução de territórios rurais baseados na sustentabilidade

ambiental. O estudo se dedica a estudar um projeto de assentamentos sustentáveis que almeja melhorar a renda dos agricultores familiares e aumentar a produtividade sem causar degradação ambiental.

Os autores destacam que a produção na agricultura familiar está significativamente suscetível às mudanças climáticas, especialmente em relação a desafios hídricos, que podem resultar na redução da produção agrícola. A iniciativa do Projeto Nossa Água nos assentamentos desempenhou um papel essencial ao proporcionar acesso à água para consumo das famílias. Pinto et al (2020) enfatizam a perspectiva de que um projeto na região tem o potencial de atrair outras iniciativas, promovendo o bem-estar e o desenvolvimento local.

Metodologia para estimação dos efeitos do stress hídrico sobre três culturas da agricultura familiar: um exercício preliminar

Para investigar as informações disponíveis sobre o acesso à água tratada na Amazônia, em quantidade e qualidade, foi realizada uma análise exploratória dos dados disponíveis no SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), vinculado ao Ministério das Cidades e também com base nos dados do IBGE, para investigar as relações com comunidades tradicionais, especificamente indígenas e quilombolas (dados do Censo Populacional de 2022), e também com as relações produtivas com dados da pesquisa agrícola municipal para lavouras temporárias de Feijão, Arroz e Mandioca na região.

O seguinte conjunto de informações foi obtido junto ao SNIS para o ano de referência de 2021:

- "IN052_AE - Índice de consumo de água", razão entre volume de água consumido e a soma entre Volume de água produzido e importado, descontado o volume de serviço;
- "IN055_AE - Índice de atendimento total de água", razão entre população urbana atendida com abastecimento de água e população urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água;
- "IN075_AE - Incidência das análises de cloro residual fora do padrão", percentual;
- "IN076_AE - Incidência das análises de turbidez fora do padrão", percentual;
- "IN084_AE - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão", percentual;
- "IN051_AE - Índice de perdas por ligação", medido em litros por dia por ligação;
- "IN049_AE - Índice de perdas na distribuição", percentual;
- "QD002 - Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água";
- "QD003 - Duração das paralisações", medido em horas por paralisação;

- "GE016 - Município Crítico (Fonte: CPRM)", município considerado crítico para risco hidrológico, variável binária;
- "RI005 - Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações) no município?", variável binária;
- "RI013 - Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação";
- "RI022 - Número de enxurradas na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):";
- "RI024 - Número de alagamentos na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):";
- "RI026 - Número de inundações na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):";
- "RI028 - Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos impactantes nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):";
- "RI032 - Número de imóveis urbanos atingidos por eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência:";
- "RI069 - Quantidade de enxurradas, alagamentos e inundações nos últimos 5 anos".

No caso dos dados do IBGE, do Censo Populacional de 2022 foram obtidos os valores absolutos e percentuais das populações municipais indígenas e quilombolas, com base nesses valores foi possível criar uma aproximação de quais municípios seriam representativos de populações indígenas e/ou quilombolas.

Para que um município fosse enquadrado nessa classificação ele deveria estar entre os 20% municípios com maiores populações indígenas ou quilombolas, respectivamente, seja em valores absolutos, seja em valores percentuais. No caso dos municípios indígenas foram enquadrados nessa categoria aqueles com mais de 852 habitantes indígenas ou mais de 3,48% da população declarada indígena. Já no caso dos municípios quilombolas, enquadram-se aqueles com mais de 2960 habitantes quilombolas ou mais de 14,2% da sua população declarada como quilombola. Para facilitar a compreensão desse "rótulo", foram elaborados mapas temáticos para as populações analisadas.

No caso do impacto do acesso à água sobre a produção, foram selecionadas as lavouras temporárias de arroz, feijão e mandioca, a escolha dessas culturas se deu em virtude de representarem produções tipicamente familiares e ligadas a populações tradicionais, com disponibilidade de dados para o conjunto de municípios da Amazônia, isto é, praticamente todos os municípios da região apresentam séries históricas de produção dessas culturas.

Conforme destacado anteriormente, o risco ligado à questão das águas na região tem uma relação especial com eventos climáticos extremos, como secas e enchentes. nesse sentido, além da análise dos dados do SNIS, para cada uma dessas culturas foram avaliados municípios que tiveram redução de pelo menos 10% de produtividade em anos de seca.

Para a identificação desses anos, foram utilizados os dados de seca na Bacia do Rio Amazonas, especificamente com base nos dados de secas históricas do Rio Negro, que teve mínimos abaixo de 15m nos anos de 1997 (14,34m), 2005 (14,75m), 2010 (13,63) e 2023 (12,7m) segundo dados do Porto de Manaus. Nesse sentido, foram escolhidos os anos de 2005 e 2010, anos mais próximos dos dados analisados da base do SNIS como *proxy* de anos com eventos de seca.

Para a investigação da vulnerabilidade das culturas de arroz, feijão e mandioca foi feita uma separação entre municípios que tiveram pelo menos 10% de redução de produtividade dessas culturas nos anos de 2005 ou 2010. Para facilitar a compreensão desse indicador foram elaborados mapas temáticos para as culturas investigadas.

É importante destacar que a produtividade, medida em quilogramas por hectare, foi utilizada porque outras variáveis podem ser distorcidas para a análise em casos de anos com eventos extremos. A quantidade produzida e área plantada, por exemplo, podem ter aumentos por conta da dificuldade esperada nas produções dessas culturas, enquanto o valor da produção pode aumentar devido ao aumento dos preços, motivado pela escassez do produto.

Análise de Regressão (versão preliminar)

Variável Explicativa	Variável Explicada do Modelo:		
	Produtividade Média do Feijão	Produtividade Média do Arroz	Produtividade Média da Mandioca
Índice de Atendimento de Água	1,928**	8,895***	13,925
	0,6335	1,387	9,677
Índice de Perdas por Ligação	-0,005	-0,043.	-0,184
	0,0047	0,022	0,12
Média de Amostras Fora da Conformidade	-1,151	-7,818**	-21,062.
	0,7365	2,483	11,586
Número de Domicílios Sujeitos à Inundação	0,001	-0,032	-0,119**
	0,0019	0,0604	0,0382
Município Crítico (Risco Hidrológico)	-101,319**	-278,418**	120,584
	34,043	91,921	819,97
Impacto de Seca Feijão	140,029***		
	39,433		
Impacto de Seca Arroz		106,441	
		85,523	
Impacto de Seca Mandioca			720,415
			69846,46
Município Representativo de Indígenas	141,970**	433,291**	539,336
	44,989	135,214	1006,4
Município Representativo de Quilombolas	-130,459***	-572,142***	-3.279,697***
	36,414	123,891	925,41
Intercepto	608,072***	1.594,964***	13.620,690***
	46,289	119,007	894,18
Observações	295	352	408
R ²	0,221	0,284	0,077
R ² Ajustado	0,199	0,268	0,059
Residual Std. Error	257,113 (df = 286)	748,879 (df = 343)	4.594,190 (df = 399)
Estatística F	10,128*** (df = 8; 286)	17,044*** (df = 8; 343)	4,162*** (df = 8; 399)
Obs:	0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1		

Para a investigação do impacto do acesso à água, em qualidade e quantidade, sobre as produções analisadas foram elaborados modelos exploratórios de regressão linear com dados municipais, com erros padrões corrigidos para heterocedasticidade e autocorrelação, esses modelos foram compostos por um conjunto praticamente idêntico de variáveis explicativas, a saber:

- Índice de Atendimento de Água (SNIS)
- Índice de Perdas por Ligação (SNIS)
- Média (cloro livre, coliformes e turbidez) de Amostras Fora da Conformidade

- Número de Domicílios Sujeitos à Inundação
- Variável Dummy indicando se o município é classificado como Município Crítico (Risco Hidrológico) pelo SNIS
- Variável Dummy indicando o impacto dos anos de seca (2005 e 2010) na cultura.
- Variável Dummy indicando se o município é representativo de indígenas.
- Variável Dummy indicando se o município é representativo de populações quilombolas.

A variável que cada um desses modelos tenta explicar é dada pela produtividade média de cada cultura investigada, entre os anos de 2013 e 2022, segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal, do IBGE. A seguir faremos discussão preliminar dos produtos selecionados para o estudo, supondo: a) sua importância econômica b) sua sensibilidade frente as variações de disponibilidade de recursos hídricos (chuva e água coletada diretamente em corpos d'água) disponíveis para o cultivo.

Feijão:

Produtividade média do feijão 744.88 kg/há

Impacto positivo na produtividade do feijão:

- Atendimento de água;
- Variáveis Dummies:
- Impacto da seca: municípios que tiveram redução na produtividade de feijão nos anos de seca são mais produtivos que a média.
- Município crítico: produtividade menor que a média;
- Município representativo de populações indígenas: produtividade maior que a média;
- Município representativo de populações quilombolas: produtividade menor que a média.

Análise preliminar dos efeitos sobre a cultura do feijão:

A cultura se mostrou sensível ao atendimento de água, isto é, ela se mostra mais produtiva em municípios cuja cobertura de domicílios com acesso a água seja maior, esse resultado pode estar associado ao conjunto de técnicas necessárias para o cultivo, principalmente, e a necessidade de água para sua produção em melhores condições.

Um resultado que precisa ser melhor compreendido é o fato de que municípios que tiveram problemas com as secas históricas do rio Amazonas apresentam produtividade, maior, de cerca de

18% em relação aos demais, entretanto é importante notar que esses municípios tiveram queda de produtividade de pelo menos 10% nos anos de estresse hídrico, indicando que sua maior produtividade também está associada a uma maior vulnerabilidade.

Considerando as comunidades isoladas, cuja proxy foi a maior presença de populações tradicionais, especificamente indígenas e quilombolas, notou-se uma relação distinta para cada caso, no caso das populações indígenas, os estabelecimentos são mais produtivos, em média, enquanto no caso das populações quilombolas essa produtividade é menor, na realidade, no caso de municípios representativos de quilombolas, para as três culturas, a produtividade apresentada foi maior, indicando um fator de risco.

Um efeito importante que diferencia os municípios analisados quanto à produtividade da cultura de feijão é o da variável categórica do SNIS que classifica o município como crítico em relação ao risco hidrológico. Nesses municípios, em média, a produtividade é cerca de 14% menor que a média da região. Esse resultado, em composição com o do acesso à água permitem inferir dois efeitos importantes com relação à questão hídrica nos municípios da região com relação à produção da cultura temporária de feijão, que tanto a disponibilidade ou o acesso à água quanto questões climáticas interferem na produção da cultura, impactando mais intensivamente as populações afastadas, que possuem baixo índice de acesso à água e que, provavelmente, têm seu modo de vida intimamente ligado à produção agrícola familiar.

Arroz:

- Produtividade média do Arroz 1986.22 kg/ha

- Impacto positivo na produtividade do arroz:

- Atendimento de água;

Impacto negativo na produtividade do arroz:

- Perdas por ligação;
- Amostras fora da conformidade (cloro livre, coliformes e turbidez), má qualidade da água;
- Variáveis Dummies:
- Município crítico: produtividade menor que a média;
- Município representativo de populações indígenas: produtividade maior que a média;
- Município representativo de populações quilombolas: produtividade menor que a média.

Análise preliminar dos efeitos sobre a cultura do arroz:

No caso do arroz, tanto efeitos de quantidade quanto de qualidade do acesso à água mostraram-se importantes na análise realizada. Em primeiro lugar, o atendimento à água demonstrou ter impacto positivo na produção da cultura, indicando que comunidades isoladas e com baixa cobertura apresentam mais dificuldades em sua produção. Entretanto, no caso do Arroz, as perdas por ligação (problemas de infraestrutura) e o volume de amostras foram de conformidade (problemas no tratamento) também foram importantes, com capacidade para reduzir a produtividade dos cultivos de arroz nos municípios com piores valores nesses índices.

Nessa cultura temporária também foi observado o efeito redutor de produtividade em municípios de risco hidrológico, isto é, observou-se que em municípios com maiores riscos para eventos climáticos, a produtividade do arroz foi, em média, 15% menor que nos demais.

Esse resultado reforça o mesmo entendimento da análise de regressão realizada para o caso do Feijão e também possui agravantes em municípios representativos de populações quilombolas, que apresentaram produtividade abaixo da média. Por outro lado, observou-se que os municípios com maiores populações indígenas, no contexto da região, têm uma resiliência maior nesse aspecto.

Mandioca:

Produtividade média da Mandioca 13875.44 kg/ha

Impacto negativo na produtividade da mandioca:

- Amostras fora da conformidade (cloro livre, coliformes e turbidez), má qualidade da água;
- Número de Domicílios Sujeitos à Inundação

Variáveis Dummies:

- Município representativo de populações quilombolas: produtividade menor que a média.

Análise preliminar dos efeitos sobre a cultura do feijão:

Para as culturas de mandioca na região, os resultados não foram muito conclusivos, indicando que a questão hídrica, da forma como foi tratada, tem um impacto menor sobre a cultura.

No caso da mandioca, as amostras fora de conformidade para cloro livre, coliformes e turbidez, assim como no caso do arroz, tiveram impacto negativo sobre a produtividade da cultura,

indicando que problemas de tratamento de água, mais que os de acesso, podem afetar essas lavouras.

No caso do risco climático, especificamente a variável que mede o número de domicílios sujeitos à inundação foi significativa e negativa, entretanto essa variável deve ser tomada com cautela para a análise, pois municípios mais populosos e menos vinculados à agricultura familiar ou ao plantio de mandioca podem estar nessa categoria de forma acidental, de modo que mais estudos seriam necessários para analisar a relação entre enchentes e a produtividade das lavouras de mandioca para o conjunto de estabelecimentos da Amazônia.

Do ponto de vista das populações tradicionais, o que se observou foi somente uma menor produtividade nos estabelecimentos de municípios representativos de populações quilombolas, esse resultado, em conjunto com resultados análogos para arroz e feijão indicam que esses municípios são especialmente vulneráveis, especialmente os mais isolados e que apresentam algum tipo de risco hídrico.

5. Referências bibliográficas

- ARTAXO, Paulo. Amazon deforestation implications in local/regional climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 120, n. 50, p. e2317456120, 2023.
- AZEVEDO, Andréa Aguiar; CAMPANILI, Maura; PEREIRA, Cassio (Ed.). Caminhos para uma agricultura familiar sob bases ecológicas: produzindo com baixa emissão de carbono. IPAM Amazônia, 2015.
- Becker, Bertha Koiffmann. "Reflexões sobre hidrelétricas na Amazônia: água, energia e desenvolvimento." *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 7 (2012): 783-790.
- BRASIL, Ana Lucia; LILLO MADRID, Francisco José Peña y (org.) Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Biblioteca/Unicamp, 2018.
- Carlos, Dilma Ázira Ismael, and Lucieta Guerreiro Martorano. "Indicadores de risco nas bacias hidrográficas que sustentam a irrigação nos polos de produção na Amazônia e em Moçambique." *Boletim GeoÁfrica* 1.1 (2022): 62-75.
- COSTA, Francisco A. Economia camponesa referida ao bioma da Amazônia: atores, territórios e atributos (Edição 476). *Papers do NAEA*, v. 1, n. 2, 2020.
- COSTA, Francisco A. Notas sobre uma economia importante, (super)verde e (ancestralmente) inclusiva na Amazônia. In: AZEVEDO et al 2015. Caminhos para uma agricultura familiar sob bases ecológicas: produzindo com baixa emissão de carbono, 2015.
- ELOY, Ludivine; et al. New perspectives on mobility, urbanization and resource management in riverine Amazonia. *Bulletin of Latin American Research*, v. 34, n. 1, p. 3-18, 2015.
- EMPERAIRE, Laure; ELOY, Ludivine. A cidade, um foco de diversidade agrícola no Rio Negro (Amazonas, Brasil)? *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v. 3, p. 195-211, 2008.
- Giatti, Leandro Luiz, and Silvana Audrá Cutolo. "Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal." *Ambiente & sociedade* 15 (2012): 93-109.
- Goveia, Luis Alberto Miranda. "Covid-19 e acesso à água na Amazônia brasileira." *Mundo Amazônico* 12.1 (2021): 18-42.
- IBGE – Censo Demográfico 2022.

Lobo, Marco Aurélio Arbage, et al. "Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia." *Ciência & Saúde Coletiva* 18 (2013): 2119-2127.

MALHI, Yadvinder et al. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *science*, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.

MONTE-MÓR, R. L. M. Formas e processos urbanos nas Reservas Extrativistas da Amazônia. In: CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). Soerguimento tecnológico e econômico do extrativismo na Amazônia. Brasília, 2011.

MURRIETA, Julio Ruiz; RUEDA, Rafael Pinzón (Ed.). Reservas extrativistas. IUCN, 1995.

Pinto, Erika de Paula P., et al. "Assentamentos Sustentáveis na Amazônia: o desafio da produção familiar em uma economia de baixo carbono." *Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil*. Brasília: CEPAL, 2020. LC/TS. 2020/37. p. 89-102 (2020).

POSSAS, Mario Luiz. Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica. *Estudos avançados*, v. 22, p. 281-305, 2008.

Santana, Vitor Leal, and Lilian dos Santos Rahal. "Tecnologias sociais como impulso para o acesso à água e o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro: a experiência do Programa Cisternas." *Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil*. Brasília: CEPAL, 2020. LC/TS. 2020/37. p. 155-169 (2020).

Sauma, J. (2019). "Moramos no mundo dos invisíveis": justaposição, ruptura e movimento em uma área coletiva quilombola. In: STOLL, E. et al. Paisagens evanescentes: estudos sobre a percepção das transformações nas paisagens pelos moradores dos rios Amazônicos. Ed. NAEA, Belém, 2019.

Silva H, Ventura Neto R., Folhes G., Costa F., Folhes R., Fernandes D. Biodiversidade e economia urbana na Amazônia. https://madeusp.com.br/wp-content/uploads/2022/10/npe_26.pdf.

SNIS – Sistema Nacional de Informação de Saneamento

SOUSA, Ana Cristina Augusto de; GOMES, Joyker Peçanha. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. *Saúde em Debate*, v. 43, p. 36-49, 2020.

UICN – União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais. Governança de Áreas Protegidas: da compreensão à ação. Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas

Protegidas, No. 20, Gland, Suíça, 2017.

Veloso, Nircele da Silva Leal, and Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes. "Aproveitamento da água da chuva na Amazônia: experiências nas ilhas de Belém/PA." *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 19.1 (2014): 229-242.

Ventura Neto RS, Silva H, Folhes GP, Costa FA, Fernandes DA, Folhes RT. Saneamento urbano como missão: a importância de compreender e ampliar mercados locais na Amazônia. https://madeusp.com.br/wp-content/uploads/2023/05/NPE_039_site-2.pdf.

ZMITROWICZ, Witoldl ANGELIS NETO, Generoso de. *Infraestrutura Urbana*. São Paulo, Texto Técnico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997.



Anexos

Tabela 15: Unidades de Conservação: categorias definidas pela UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza)

Categoria (Código)	Categoria (Denominação)	Definição
Ia	Reserva natural estrita	Áreas estritamente protegidas, destinadas a conservar a biodiversidade e geológicas/geomorfológicas. A visitação, uso e impactos humanos são limitados e controlados
Ib	Área silvestre	Áreas grandes, não modificadas ou ligeiramente modificadas, que mantêm seu caráter e influência
II	Parque nacional (proteção de ecossistemas; proteção de valores culturais)	Grandes áreas naturais ou quase. Protegem processos ecológicos de grande porte. Proporcionam oportunidades científicas, recreativas e ambiental e culturalmente compatíveis.
III	Monumento natural	Áreas destinadas a proteger montanha submarina, caverna ou característica viva, Em geral áreas pequenas e de alto valor de visitação, histórico ou cultural.
IV	Área de Manejo de habitats/ espécies	Áreas com objetivo específico de conservação de espécies ou habitats. Muitas vezes necessitam de intervenções de manejo regulares e ativas para cumprir seus objetivos.
V	Paisagem terrestre/marinha protegida	Área onde a interação entre pessoas e natureza; produzem valores ecológicos, culturais e estéticos importantes, dos quais a integridade é vital para conservar a natureza e valores.
VI	Áreas protegidas, com uso sustentável dos recursos naturais	Áreas geralmente extensas que conservam ecossistemas, habitats, valores culturais e sistemas de manejo de recursos. O uso não industrial de recursos é um dos principais objetivos.

Fonte: UICN (2017)

Tabela 16: Unidades de Conservação Brasileiras

Rótulos de Linha	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal	Área Marinha	Total
Área de Proteção Ambiental	20.438.707	5.680.472	11.606.245	9.265.519	462.533	5.991	83.562.945	131.022.412,00
Área de Relevante Interesse	44.590	12.783	11.299	55.634	-	-	776	125.082,00
Estação Ecológica	10.700.095	138.906	923.804	153.846	32.805	11.555	16.926	11.977.937,00
Floresta	31.254.973	54.025	55.329	36.713	-	-	-	31.401.040,00
Monumento Natural	410	59.934	46.133	74.755	1	-	11.486.950	11.668.183,00
Parque	26.881.648	1.651.950	4.627.914	2.340.339	69.389	427.874	470.983	36.470.097,00
Refúgio de Vida Silvestre	11.415	211.921	253.382	127.650	8.860	-	85.923	699.151,00
Reserva Biológica	5.289.007	10.857	8.196	251.621	10.784	-	54.706	5.625.171,00
Reserva de Desenvolvimento	11.108.860	9.384	96.957	24.174	-	-	5.304	11.244.679,00
Reserva Extrativista	14.746.437	1.899	100.151	72.103	-	-	769.388	15.689.978,00
Reserva Particular do Patrimônio	47.110	48.599	116.257	136.918	3.130	260.901	-	612.915,00
Total Geral	120.523.252	7.880.730	17.845.667	12.539.272	587.502	706.321	96.453.901	256.536.645
Percentual	47,0%	3,1%	7,0%	4,9%	0,2%	0,3%	37,6%	100,0%