

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ERCIVAN GOMES DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS URBANAS DAS CIDADES DE TABATINGA  
E LETÍCIA NA AMAZÔNIA**

**Manaus - Amazonas  
2023**

**ERCIVAN GOMES DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS URBANAS DAS CIDADES DE TABATINGA E  
LETÍCIA NA AMAZÔNIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – PP GEOG, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais – IFCHS da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Domínios da Natureza na Amazônia.

**Orientadora: Profa. Dra. ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE**

**Manaus - Amazonas  
2023**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48a Oliveira, Ercivan Gomes de.  
Análise dos impactos socioambientais nas bacias hidrográficas urbanas das cidades de Tabatinga e Letícia na Amazônia / Ercivan Gomes de Oliveira. – Manaus, 2023.  
291 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Adorea Rebello da Cunha Albuquerque  
Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

1. Bacia Amazônica. 2. Qualidade da água. 3. Bacias urbanas fronteiriças. 4. Tabatinga - Amazonas/Brasil. 5. Letícia - Amazonas/Colômbia. I. Albuquerque, Adorea Rebello da Cunha. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título.

**ERCIVAN GOMES DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS URBANAS DAS CIDADES DE TABATINGA E  
LETÍCIA NA AMAZÔNIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEQG, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais – IFCHS da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Domínios da Natureza na Amazônia.

Aprovada em 14 de Julho de 2023.

## **AGRADECIMENTOS**

A concretização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e a ajuda, de forma direta e indireta, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de expressar meus agradecimentos.

Primeiramente agradecer a Deus pela vida e pelo caminho percorrido até este momento.

A minha Mãe Ana Maria Ramires Gomes, incondicionalmente pelos ensinamentos de amor, persistência e coragem para enfrentar os desafios da vida que levo sempre comigo.

A Professora Doutora Adorea Rebello da Cunha Albuquerque, minha orientadora, que sempre me apoiou em minha trajetória acadêmica, com muito carinho em suas orientações e direcionamentos na construção deste trabalho. Para além de orientadora, uma amiga de todas as horas e de incentivo para construção de novos conhecimentos acadêmicos e profissionais.

A Fernanda Amarante Mendes de Oliveira na construção da proposta do projeto tese, nas leituras, nos questionamentos e nos debates com muita paciência e dedicação. Pelo incentivo sempre na busca de novos conhecimentos e de qualificação só tenho a lhe agradecer por todo seu apoio nesta caminhada.

A toda minha Família que sempre esteve ao meu lado nesta trajetória com mensagens de apoio e uma palavra amiga de incentivo.

Ao amigo Professor e Advogado Jefferson Rodrigues de Quadros pelos diálogos sobre direito ambiental e as questões hídricas de fronteira entre Brasil e Colômbia, nos seminários, cursos, debates e eventos na Universidad Nacional de Colombia – Sede Amazonia, na Universidade do Estado do Amazonas - Campus Tabatinga, e nas visitas de campo nas cidades de Bogotá e Pasto na Colômbia, nas entrevistas em Corponariño, Corpoamazonia, IDEAM e no MADS que foram fundamentais para construção deste trabalho.

Ao amigo Professor Manoel Góes dos Santos nos levantamentos de campo, mapeamento dos canais de drenagem, coleta das amostras de água, como tradutor nas entrevistas em Letícia e, pela paciência e disposição nos diálogos de

contextualização histórica territorial de formação das cidades de Tabatinga e Letícia, sempre com palavras de incentivo neste processo de formação.

Ao amigo Professor Doutor Arturo Samuel Gómez Insuasti da Universidad Nacional de Colômbia – Sede Amazonia pelos diálogos sobre o tema recursos hídricos na Colômbia e a infraestrutura de monitoramento da qualidade da água na cidade de Letícia, assim como pela tradução do roteiro das entrevistas nas instituições e dos formulários aplicados junto aos moradores.

Aos amigos Odemar José Santos do Carmo Filho e Wesley Rito Maia Barbosa nos ajustes e correções dos mapas temáticos. E pela paciência e compromisso na reconstrução e construção dos mapas ao longo do trabalho.

Ao amigo e servidor Wankmar Carvalho Mafra do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Tabatinga pelo apoio incondicional da infraestrutura disponibilizada e os equipamentos por mim solicitados. Esse agradecimento se estende também a direção geral e a todos os servidores deste Campus, que contribuíram direta e indiretamente para execução deste trabalho.

Ao Secretário Municipal de Meio Ambiente de Tabatinga Cleudson Rodrigues Gomes pela disponibilização de dados secundários, entrevistas e informações sobre a gestão e planejamento da água na cidade de Tabatinga e articulação com as instituições municipais, estaduais e federais na cidade de Letícia. E a toda a equipe da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tabatinga, a qual disponibilizou seu tempo e dedicação em contribuir com este trabalho.

Ao Técnico Rodrigo de Oliveira Sabino da Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Tabatinga responsável pelo monitoramento das áreas de risco fluvial e pluvial do município de Tabatinga, assim como, pela entrevista concedida, dados primários e visita de campo em áreas de risco na cidade de Tabatinga. Em nome do Rodrigo me estendo a toda equipe e ao Secretário da pasta Donizete Cruz Matos e a Secretária Executiva Rosângela Araújo da Silva, todo apoio disponibilizado.

A amiga Célia Rejane Corrêa Glória servidora do IFAM - Campus Tabatinga pela articulação com Secretaria de Competitividade, Meio Ambiente e Turismo de Letícia e como tradutora na entrevista, assim como pelas palavras de carinho e incentivo.

Ao Senhor Herton Augusto Pinheiro Dantas Diretor do Laboratório de Fronteira do Alto Solimões em Tabatinga por disponibilizar a estrutura do Laboratório de

Análises Ambientais, assim como os equipamentos e reagentes utilizados na análise microbiológica e do pH da água. Ao Farmacêutico/Bioquímico Marcelo Ferreira dos Santos pela realização das análises, assim como, pela disponibilidade de explicar os procedimentos de análise no momento da execução no laboratório. E a toda equipe do Laboratório de Fronteira do Alto Solimões em Tabatinga, que dedicou seu tempo e atenção em contribuir com este trabalho.

Ao Professor Doutor Anderson da Silva Lages por disponibilizar o Laboratório de Química Ambiental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia para realização das análises de Nitrogênio Total, Fosforo total, Sólidos totais em suspensão, condutividade e turbidez. Agradecer também a toda equipe do laboratório em nome da Técnica em Química Aretusa Cetauro de Abreu, responsável pela realização das análises e, pela disponibilidade e paciência em mostrar o passo a passo dos procedimentos de análise da qualidade da água realizados.

A amiga Maria das Graças Luzeiro que desde minha inserção na pós-graduação tem contribuído no diálogo dos textos deste trabalho. Além das conversas agradáveis e de incentivo nesta caminhada acadêmica.

A todos os professores do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que de forma direta e indireta contribuíram para as reflexões epistemológicas, conceituais e práticas na construção deste trabalho.

Aos amigos da pós-graduação pelas discussões profícuas sobre os diversos temas das pesquisas desenvolvidas pelos doutorandos das turmas 2019/2 e 2021/1, após as aulas remotas na plataforma do google meet, das disciplinas Seminário de Tese I e II realizadas no de 2021.

Por fim, aos moradores das cidades de Tabatinga e Letícia que disponibilizaram seu tempo em nos ajudar, respondendo os formulários ou em conversas informais em suas casas, com muito carinho e respeito só tenho gratidão pela contribuição valiosa e aprendizado na construção deste trabalho meu muito obrigado a todos.

Aos meus queridos Avós Miguel Arcanjo Gomes e Encarnação Ramires Gomes e, ao meu Padrasto Almir Pereira Fortes (*in memoriam*) uma eterna saudade.



## RESUMO

Os problemas de escassez da água no início deste século têm fomentado aos países, ações cada vez mais eficientes na gestão dos recursos hídricos frente as demandas exigidas com o crescimento da população, assim como das atividades produtivas que impulsionam a cada ano mais recursos em quantidade e qualidade disponíveis. A Amazônia detentora de uma parcela de recursos naturais ainda preservados torna-se, neste contexto, fundamental para a manutenção do equilíbrio natural e social da população que vive nesta região, e, indiretamente para o mundo. Entretanto, a gestão da água nesta região tem enfrentado desafios, principalmente no que tange a aparente quantidade de água disponível em relação as demandas atuais, e, por sua capacidade de autodepuração dos efluentes lançados diretamente nos rios e canais fluviais sem tratamento. Neste contexto, a proposta desta tese foi explicitar as condições de qualidade da água dos canais de drenagem urbanos nas cidades de Tabatinga - Amazonas no Brasil e Letícia - Amazonas na Colômbia, assim como analisar as normativas nacionais, estaduais e municipais, os programas, projetos e ações realizadas por meio da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, que tem influenciado de forma direta e indireta no gerenciamento da água nestas cidades fronteiriças. A abordagem metodológica foi construída a partir da bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial-hidrográfico, que interrelaciona a sociedade-natureza a partir dos atores institucionais, privados e a sociedade civil *in site* e *off site* que atuam na construção do espaço urbano. Nas análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas bacias urbanas do São Francisco e Paraíso em território brasileiro e do Matadero e Simón Bolívar em território colombiano, por meio dos parâmetros ambientais de qualidade da água estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005/BR e Resolución 2115/2007/CO, comparados aos resultados encontrados nas pesquisas realizadas nos Estados do Amazonas no Brasil e na Colômbia, já indicam a degradação eminente das águas superficiais urbanas em aproximadamente 80% dos 12 pontos amostrais analisados. Além disso, os impactos na qualidade da água são uniformes tanto nas áreas centrais destas cidades como nas áreas de expansão urbana, em virtude da precariedade da infraestrutura de saneamento básico. As prestadoras dos serviços de captação, tratamento e distribuição de água tratada nestas cidades em função da estrutura instalada e do crescimento demográfico nos últimos anos, não conseguem atender aproximadamente 50% da demanda requerida pela população. Deste modo, uma parcela significativa dos moradores desta região fronteiriça não tem acesso a água tratada de qualidade, mesmo que esse recurso seja “abundante quantitativamente” nos rios, lagos e igarapés. Sendo assim, foi possível constatar que para além da degradação explícita da água nos canais fluviais urbanos, oriunda da ocupação das APP de drenagem e do lançamento das águas residuais sem tratamento, a ineficiente ou ausência de controle, fiscalização, monitoramento, a desarticulação das normativas ambientais nas esferas nacional, estadual e municipal dos atores institucionais destes países são um dos principais fatores implícitos dos impactos socioambientais nesta região fronteiriça da Amazônia.

**Palavras-chave:** Bacia Amazônica, Qualidade da água, Bacias urbanas fronteiriças, Tabatinga – Amazonas/Brasil, Letícia – Amazonas/Colômbia.

## ABSTRACT

The problems of water scarcity at the beginning of this century have encouraged countries to take increasingly efficient actions in the management of water resources in view of the demands required with the growth of the population, as well as the productive activities that each year drive more resources in quantity and quality available. In this context, the Amazon, which has a portion of natural resources that are still preserved, becomes fundamental for maintaining the natural and social balance of the population living in this region, and indirectly for the world. However, water management in this region has faced challenges, mainly regarding the apparent amount of water available in relation to current demands, and, for its capacity of self-depuration of effluents released directly into rivers and river canals without treatment. In this context, the purpose of this thesis was to explain the water quality conditions of urban drainage canals in the cities of Tabatinga - Amazonas in Brazil and Leticia - Amazonas in Colombia, as well as to analyze the national, state and municipal regulations, programs, projects and actions carried out through the Amazon Cooperation Treaty Organization, which have influenced directly and indirectly the water management in these border cities. The methodological approach was built from the watershed as a territorial-hydrographic planning unit, which interrelates society-nature from the institutional, private and civil society actors on site and off site that act in the construction of urban space. In the physical-chemical and microbiological analyzes carried out in the urban basins of São Francisco and Paraíso in Brazilian territory and Matadero and Simón Bolívar in Colombian territory, by means of the environmental parameters of water quality established by CONAMA resolution 357/2005/BR and Resolución 2115/2007/CO, compared to the results found in the research carried out in the States of Amazonas in Brazil and Colombia, already indicate the eminent degradation of urban surface waters in approximately 80% of the 12 sampling points analyzed. In addition, the impacts on water quality are uniform both in the central areas of these cities and in the areas of urban expansion, due to the precariousness of basic sanitation infrastructure. The providers of treated water collection, treatment and distribution services in these cities, due to the installed structure and population growth in recent years, are unable to meet approximately 50% of the demand required by the population. Thus, a significant portion of the residents of this border region do not have access to quality treated water, even though this resource is "quantitatively abundant" in rivers, lakes and streams. Thus, it was possible to verify that in addition to the explicit degradation of water in urban river channels, arising from the occupation of drainage APP and the discharge of untreated wastewater, the inefficient or absence of control, inspection, monitoring, the disarticulation of environmental regulations at the national, state and municipal levels of the institutional actors of these countries are one of the main implicit factors of social-environmental impacts in this border region of the Amazon.

**Keywords:** Amazon Basin, Water quality, Urban border basins, Tabatinga - Amazonas/Brazil, Leticia - Amazonas/Colombia.

## RESUMEN

Los problemas de escasez de agua a principios de este siglo han demandado a los países a tomar acciones cada vez más eficientes en la gestión de los recursos hídricos ante las demandas que el crecimiento de la población exige, así como actividades productivas que impulsen cada año más recursos en cantidad y calidad disponibles. La Amazonía, que posee una porción de recursos naturales aún conservados, se vuelve, en este contexto, fundamental para mantener el equilibrio natural y social de la población que vive en esta región, e, indirectamente, para el mundo. Sin embargo, la gestión del agua en esta región ha enfrentado desafíos, principalmente en lo que respecta a la aparente cantidad de agua disponible en relación con la demanda actual, y por su capacidad de autodepuración de los efluentes que se vierten directamente en los ríos y canales fluviales sin tratamiento. En este contexto, el propósito de esta tesis fue explicar las condiciones de calidad del agua de los canales de drenaje urbano en las ciudades de Tabatinga, Amazonas, en Brasil y Leticia, Amazonas, en Colombia, así como analizar las normas, programas, proyectos y acciones nacionales, estatales y municipales realizadas a través de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, que ha incidido directa e indirectamente en la gestión del agua en estas ciudades fronterizas. El enfoque metodológico se construyó a partir de la cuenca hidrográfica como unidad de planificación territorial-hidrográfica, que interrelaciona sociedad-naturaleza desde los actores institucionales, privados y de la sociedad civil in site y off site que actúan en la construcción del espacio urbano. En los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados en las cuencas urbanas de São Francisco y Paraíso, en territorio brasileño y Matadero y Simón Bolívar, en territorio colombiano, a través de los parámetros ambientales de calidad del agua establecidos por la Resolución CONAMA 357/2005/BR y la Resolución 2115/2007/CO, comparados con los resultados encontrados en investigaciones realizadas en los Estados de Amazonas en Brasil y Colombia, ya indican la degradación inminente de las aguas superficiales urbanas en aproximadamente el 80% de los 12 puntos de muestra analizados. Además, los impactos sobre la calidad del agua son uniformes tanto en las zonas centrales de estas ciudades como en las zonas de expansión urbana, debido a la precariedad de la infraestructura de saneamiento básico. Los prestadores de servicios de captación, tratamiento y distribución de agua tratada en estas ciudades, debido a la estructura instalada y al crecimiento demográfico de los últimos años, no logran satisfacer aproximadamente el 50% de la demanda requerida por la población. Así, una parte importante de los habitantes de esta región fronteriza no tiene acceso a agua tratada de calidad, a pesar de que este recurso es “cuantitativamente abundante” en ríos, lagos y arroyos. Así, fue posible verificar que además de la degradación explícita del agua en los cauces de los ríos urbanos, derivada de la ocupación de las APP de drenaje y la liberación de aguas residuales sin tratar, la ineficiencia o falta de control, fiscalización, seguimiento, el despliegue de las normas ambientales a nivel nacional, estatal y municipal de los actores institucionales de estos países son uno de los principales factores implícitos de los impactos socioambientales en esta región fronteriza de la Amazonía.

**Palabras claves:** Cuenca Amazónica, Calidad del agua, Cuencas urbanas fronterizas, Tabatinga – Amazonas/Brasil, Leticia – Amazonas/Colombia.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Localização das cidades de Tabatinga e Letícia .....	<b>23</b>
<b>Figura 2</b>	Análise por Triangulação de Métodos .....	<b>35</b>
<b>Figura 3</b>	Aglomerações urbanas e percentuais por classe de tamanho da população em 2018 .....	<b>64</b>
<b>Figura 4</b>	Limites planetários - um espaço operacional seguro para a humanidade .....	<b>68</b>
<b>Figura 5</b>	Bacias hidrográficas transfronteiriças no mundo .....	<b>71</b>
<b>Figura 6</b>	Esquema do Ambiente Urbano .....	<b>86</b>
<b>Figura 7</b>	Taxas de crescimento de aglomerações urbanas por classe de tamanho de 1990-2018 .....	<b>91</b>
<b>Figura 8</b>	Tipos de fonte de captação da água para abastecimento humano nas cidades do Brasil .....	<b>98</b>
<b>Figura 9</b>	Rede hidrográfica da bacia Amazônica .....	<b>106</b>
<b>Figura 10</b>	Regiões hidrográficas do estado do Amazonas .....	<b>143</b>
<b>Figura 11</b>	Unidades de planejamento hídrico do estado do Amazonas .....	<b>146</b>
<b>Figura 12</b>	UPH sobrepostas as regiões hidrográficas do estado do Amazonas ....	<b>147</b>
<b>Figura 13</b>	Corporações autônomas regionais da Colômbia .....	<b>151</b>
<b>Figura 14</b>	Vulnerabilidade biofísica a enchentes e secas na bacia Amazônica .....	<b>164</b>
<b>Figura 15</b>	Mapa de localização da Mesorregião do Alto Solimões .....	<b>173</b>
<b>Figura 16</b>	Mapa de localização dos municípios de Tabatinga, Letícia e da ilha de Santa Rosa .....	<b>175</b>
<b>Figura 17</b>	Rede hidrográfica transfronteiriça da Sub-região 4 - Alto Solimões .....	<b>176</b>
<b>Figura 18</b>	Delimitação das bacias hidrográficas dos municípios de Tabatinga e Letícia .....	<b>177</b>
<b>Figura 19</b>	Mapa de localização das bacias urbanas de Tabatinga e Letícia...	<b>178</b>
<b>Figura 20</b>	Sequência das imagens A, B, C e D no baixo curso de confluência das redes de drenagem das bacias do São Francisco e Matadero .....	<b>184</b>
<b>Figura 21</b>	Mapa de localização dos pontos de análise da água nas bacias fronteiriças do São Francisco e Matadero .....	<b>187</b>
<b>Figura 22</b>	Comunicado de paralização dos serviços de água da Cosama ....	<b>221</b>
<b>Figura 23</b>	Ponto de captação da água da estação Bocatoma em Letícia .....	<b>222</b>
<b>Figura 24</b>	Áreas de Expansão Urbana das Cidades de Tabatinga e Letícia de 2002 a 2022 .....	<b>242</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Análise do pH médio nas bacias urbanas do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019 .....	<b>188</b>
<b>Gráfico 2</b>	Análise do OD médio nas bacias urbanas do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019 .....	<b>189</b>
<b>Gráfico 3</b>	Análise da CE média nas Bacias Urbana do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019 .....	<b>191</b>
<b>Gráfico 4</b>	Água para consumo humano em Tabatinga .....	<b>219</b>
<b>Gráfico 5</b>	Água para uso doméstico em Tabatinga .....	<b>220</b>
<b>Gráfico 6</b>	Tem segurança quando consome água da torneira ou poço tubular? .....	<b>223</b>
<b>Gráfico 7</b>	Como descreve a cor da água que consome? .....	<b>224</b>
<b>Gráfico 8</b>	Água para o consumo humano em Letícia .....	<b>225</b>
<b>Gráfico 9</b>	Água para uso doméstico em Letícia .....	<b>227</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Sistema Ambiental Urbano – SAU .....	<b>32</b>
<b>Quadro 2</b>	Esquema de abordagem sistêmica .....	<b>33</b>
<b>Quadro 3</b>	Procedimentos metodológicos para análise de coliformes totais e termotolerantes pelo LAFRON/FVS-AM .....	<b>39</b>
<b>Quadro 4</b>	Procedimentos metodológicos para análise do Fósforo Total, Nitrogênio Total e Sólidos Totais em Suspensão do LQA-INPA .....	<b>45</b>
<b>Quadro 5</b>	Classificação do nível de risco ao consumo humano por amostra e mensal do IRCA e ações que devem ser realizadas ...	<b>52</b>
<b>Quadro 6</b>	Descrição da função ambiental e, dos possíveis fatores de degradação impactantes na qualidade da água de cada parâmetro .....	<b>54</b>
<b>Quadro 7</b>	Descrição das características das imagens utilizadas .....	<b>59</b>
<b>Quadro 8</b>	Ações do Plano Estratégico 2004 – 2012 .....	<b>110</b>
<b>Quadro 9</b>	Políticas, Estrutura Organizacional e Instrumentos da gestão de recursos hídricos no Brasil e na Colômbia .....	<b>137</b>
<b>Quadro 10</b>	Estratégias, programas e projetos a serem executados .....	<b>157</b>
<b>Quadro 11</b>	Análise comparativa da governança das bacias dos rios Acre e Napo .....	<b>163</b>
<b>Quadro 12</b>	Descrição dos tipos de uso do solo nos pontos de coleta .....	<b>186</b>
<b>Quadro 13</b>	Descrição da localização e tipos de uso do solo dos pontos de coleta P1 - P12 .....	<b>195</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivos pesos ...	<b>49</b>
<b>Tabela 2</b>	Valores padrão e faixas de avaliação da qualidade da água nos estados .....	<b>50</b>
<b>Tabela 3</b>	Pontuação de risco/limite aceitável para cada parâmetro do IRCA .....	<b>51</b>
<b>Tabela 4</b>	Comparação de padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 e água da Amazônia .....	<b>189</b>
<b>Tabela 5</b>	Comparação dos valores padrão de qualidade da água estabelecidos pelas resoluções brasileira, colombiana e para os rios da bacia Amazônica .....	<b>193</b>
<b>Tabela 6</b>	Resultado das análises físico-químicas encontradas nos pontos P1 - P12 no período de cheia dos rios no mês de março de 2022	<b>197</b>
<b>Tabela 7</b>	Resultado das análises físico-químicas encontrados nos pontos P1 - P2 no período da vazante dos rios do mês de agosto de 2022 .....	<b>198</b>
<b>Tabela 8</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento da Turbidez ....	<b>203</b>
<b>Tabela 9</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento dos Sólidos Totais em Suspensão .....	<b>203</b>
<b>Tabela 10</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Nitrogênio Total .....	<b>205</b>
<b>Tabela 11</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Fósforo Total .....	<b>205</b>
<b>Tabela 12</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento da Temperatura da água .....	<b>208</b>
<b>Tabela 13</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Oxigênio Dissolvido.....	<b>208</b>
<b>Tabela 14</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Potencial Hidrogeniônico .....	<b>212</b>
<b>Tabela 15</b>	Análise descritiva, por pontos de monitoramento da Condutividade Elétrica .....	<b>212</b>
<b>Tabela 16</b>	Áreas de desmatamento de Tabatinga e Letícia de 2002 a 2022	<b>243</b>

## LISTA DE SIGLAS

- ABC** – Agência Brasileira de Cooperação do Ministério das Relações Internacionais
- ANA** – Agência nacional de Águas e Saneamento Básico
- ANSPE** – Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza
- APHA** – American Public Health Association
- APP** – Área de Preservação Permanente
- CAR** – Corporaciones Autónomas Regionales
- CERH/AM** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CNRN** – Código Nacional de Recursos Naturales
- COBRAPE** – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
- CORPOAMAZONIA** – Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia
- CORPONARIÑO** – Corporación Autonoma Regional de Nariño
- CPRM** – Serviço Geológico do Brasil
- COSAMA** – Companhia de Saneamento do Amazonas
- DANE** – Departamento Administrativo Nacional de Estadística
- DNAE** – Departamento Nacional de Águas e Energia
- DNAEE** – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
- EMPRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMPUAMAZONAS S. A** – Empresa de Obras Sanitarias
- FEMA** – Fundo Estadual de Meio Ambiente do Amazonas
- FVS/AM** – Fundação de Vigilância em Saúde do Estado do Amazonas
- GEF** – Global Environment Facility
- GIRH** – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos
- HIBAM** – Hidrologia da Bacia Amazônica
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICBF** - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
- IDEAM** – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- INCODER** – Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
- INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



**IPAAM** – Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

**IQA** – Índice de Qualidade da Água

**IRCA** – Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano

**ISARM** – Programa Acuíferos Transfronterizos de las Américas

**LAFRON** – Laboratório de Fronteira do Alto Solimões

**MADS** - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente

**OEA** – Organización de Estados Americanos

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**OTCA** – Organización del Tratado de Cooperación Amazónica

**PBOT** – Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Leticia

**PDMT** – Plano Diretor Municipal de Tabatinga

**PERH** – Política Estadual de Recursos Hídricos

**PERH/AM** – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas

**PGRH** – Planos de Gestão de Recursos Hídricos

**PNRH** – Política Nacional de Recursos Hídricos

**PNGIRH** – Política Nacional de Gestão Integral dos Recursos Hídricos

**PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

**POMCA** – Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

**PROSAMIM** – Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus

**RH** – Região Hidrográfica

**SAP** – Programa de Ações Estratégicas

**SCMAT** – Secretaria de Competitividad Medio Ambiente y Turismo de Leticia

**SEGRH** – Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

**SEMA** – Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas

**SEMAT** – Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tabatinga

**SEMPDEC** – Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Tabatinga

**SENA** – Servicio Nacional de Aprendizaje

**SIAC** – Sistema de Información Ambiental para Colombia

**SGR** – Sector de Gestión de Riesgos de Leticia

**SHI SAS** – Empresa Servicios Hidrogeológicos Integrales

**SINA** – Sistema Nacional Ambiental

**SIRH** – Sistemas de Informação de Recursos Hídricos

**SRH** – Secretaria de Recursos Hídricos

**SINCHI** – Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas

**SIVIGILA** – Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública

**UNAL** – Universidad Nacional de Colombia

**UNEP** – United Nations Environment Programme

**UNESCO** – Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

**UPH** – Unidade de Planejamento Hídrico

**USGS** – United States Geological Survey

**USPDL** – Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Leticia

**VIGIAGUA** – Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>22</b>
1	Problema da Pesquisa .....	<b>25</b>
2	Justificativa .....	<b>28</b>
3	Objetivos .....	<b>30</b>
4	Desenho Metodológico .....	<b>31</b>
4.1	Enfoque Teórico .....	<b>31</b>
4.2	Técnicas e Procedimentos .....	<b>36</b>
<b>1</b>	<b>ÁGUA EM CONTEXTO NO MUNDO E NO BRASIL: PERSPECTIVAS PARA O SÉCULO XXI</b> .....	<b>63</b>
1.1	Urbanização, Impactos Ambientais, Conflitos e Perspectivas da Gestão dos Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas no mundo .....	<b>63</b>
1.2	Ações Adotadas pelos países ou blocos regionais frente aos conflitos de uso e escassez na Gestão das Águas Nacionais e Internacionais .....	<b>72</b>
1.3	A Bacia Hidrográfica Urbana no Contexto de Análise Socioambiental no Brasil.....	<b>79</b>
1.4	Do paradoxo de abundância a disponibilidade dos serviços de água nas cidades brasileiras .....	<b>88</b>
<b>2</b>	<b>ANÁLISE ESPAÇO-TERRITORIAL DAS ÁGUAS TRANSFRONTEIRIÇAS NA BACIA AMAZÔNICA</b> .....	<b>106</b>
2.1	Políticas Bilaterais e Multilaterais adotadas pela OTCA para conservação das águas na Bacia Amazônica .....	<b>109</b>
2.2	Aspectos Legais e Normativos da Gestão dos Recursos Hídricos Nacionais e Fronteiriços no Brasil e na Colômbia: Convergências, Divergências e Perspectivas .....	<b>119</b>
2.2.1	Aspectos Normativos da Gestão das águas nos “Amazonas” brasileiro e colombiano .....	<b>139</b>
2.3	Diagnóstico Socioambiental da Rede Hidrográfica de Cidades Amazônicas em Áreas de Fronteira Internacional .....	<b>160</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ÁGUAS FRONTEIRIÇAS NAS CIDADES DE TABATINGA E LETÍCIA</b> .....	<b>173</b>
3.1	Caracterização da Área de Estudo .....	<b>173</b>
3.2	O Espaço Ambiental e as Questões Hídricas na Amazônia Internacional .....	<b>181</b>
3.2.1	Condições de Qualidade das Águas Superficiais nas Bacias do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso em 2022 .....	<b>191</b>
3.2.2	Os Desafios da Prestação dos Serviços de Potabilização da Água para Consumo Humano nas Cidades de Tabatinga e Letícia .....	<b>216</b>
<b>4</b>	<b>PERSPECTIVAS E DESAFIOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS FRONTEIRIÇAS NAS CIDADES DE TABATINGA E LETÍCIA</b> .....	<b>228</b>
4.1	Das Políticas nacionais de Gestão dos Recursos Hídricos aos Planos Diretores Municipais: Conflitos de Uso e Fiscalização em Águas Transfronteiriças .....	<b>229</b>

4.2	Desafios, Perspectivas e Impactos na Qualidade da Água consumida pela população .....	243
	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>254</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>257</b>
	<b>OBRAS CONSULTADAS</b> .....	<b>279</b>
	<b>APÊNDICE A</b> - Perguntas realizadas nas Entrevistas junto a COSAMA em Tabatinga-AM (BR) e USPDL em Letícia-AM (CO) .....	<b>280</b>
	<b>APÊNDICE B</b> – Perguntas realizadas junto aos Moradores nas cidades de Tabatinga-AM (BR) e Letícia-AM (CO) .....	<b>281</b>
	<b>APÊNDICE C</b> – Perguntas realizadas nas Agências Estaduais de Meio Ambiente do COPOAMAZONIA e IPAAM .....	<b>284</b>
	<b>ANEXO A</b> – Resposta da COSAMA – Setor de Gerência Comercial as perguntas solicitadas .....	<b>286</b>
	<b>ANEXO B</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido disponibilizado aos Moradores das Cidades de Tabatinga-AM (BR) e Letícia-AM (CO) .....	<b>289</b>
	<b>ANEXO C</b> – Protocolo de Solicitação de Entrevista junto ao IPAAM .....	<b>291</b>

## INTRODUÇÃO

A *Wastewater the Untapped Resource* (2017), instituição científica reconhecida mundialmente por desenvolver estudos sobre as Águas Servidas como Recurso Inexplorado, ou ainda, na tradução direta para o nosso idioma — Esgoto, Recurso Inexplorado — indicou que na América Latina e no Caribe 80% da população vive, atualmente em perímetro urbano. Sobre este tema, quando se trata diretamente o caso do Brasil, as pesquisas desenvolvidas pelo geógrafo André Farias do Departamento de Gestão Territorial - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2017)<sup>1</sup> citam que em uma área de apenas 0,63% do nosso território, concentravam-se 160 milhões de pessoas. Tal quantitativo nos indica a alta aglomeração de pessoas em centros urbanos, ou seja, 80% da população brasileira até o ano de 2017, ocupava menos de 1% do Território Nacional. Nesta pesquisa foram identificadas, quantificadas e mapeadas as regiões que concentravam pessoas, com o objetivo de subsidiar estratégias de planejamento territorial, projetos agrícolas, circulação e logística.

No caso do Estado do Amazonas, a concentração urbana em pontos específicos também acontece. A exemplo, observa-se na área delimitada para este estudo, onde situam-se a cidade de Letícia capital do Estado do Amazonas na Colômbia e a cidade de Tabatinga no Brasil. Este último centro urbano apesar de representar a menor área territorial da Mesorregião do Alto Solimões com 3.225,1km<sup>2</sup>, concentrava até o ano de 2000, 86% da população local, com crescimento de 4% ao ano, com quase 10.000 indígenas dos 37.919 habitantes, Brasil (2005).

O município de Tabatinga segundo estimativa do Censo demográfico (IBGE, 2021) tem aproximadamente 68.502 habitantes, e desse total 70% moram na área urbana. O município de Letícia na Colômbia tem uma população estimada, segundo Censo demográfico (DANE, 2018) de 48.144 habitantes, e desse total 69,5% vivem na cidade.

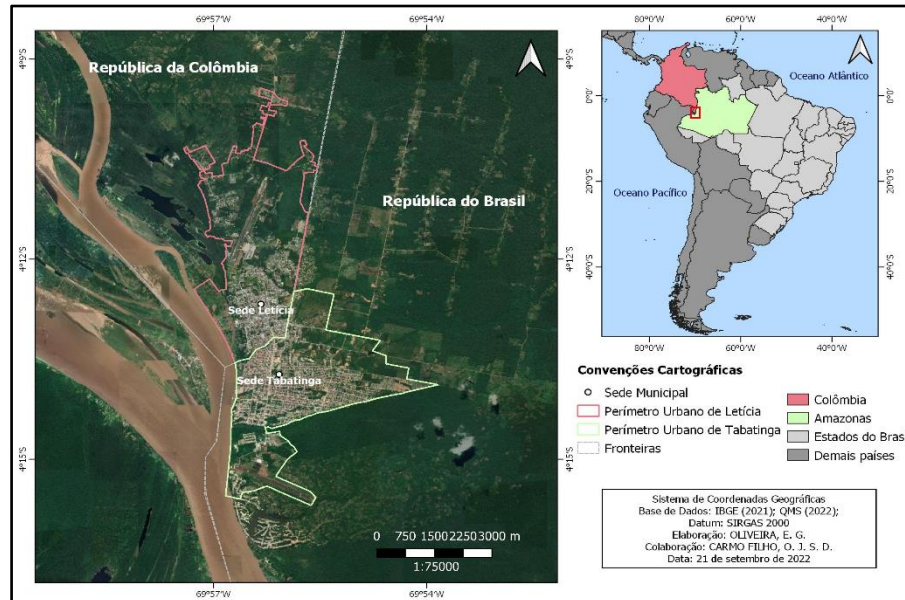
A cidade de Tabatinga está localizada a Noroeste do Estado do Amazonas brasileiro com as seguintes coordenadas geográficas 69°55'57" de longitude oeste e

---

<sup>1</sup> Comunicado Técnico 04: Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176016/1/20170522-COT-4.pdf>. Acesso em: 25/03/2022.

4°13'50" de latitude sul. Letícia está localizada no extremo Sul do Estado do Amazonas colombiano com 4°12'55" de latitude sul e 69°56'26" de longitude oeste. Na figura 1 está representada a localização dos limites urbanos das cidades de Tabatinga e Letícia.

**Figura 1** - Localização das cidades de Tabatinga e Letícia



**Fonte:** ANA, DANE, DIVA-GIS, IBGE e QMS (2017; 2018; 2016; 2021; 2022).  
 Imagem: Google Earth Pro, 2021. Organizado pelo autor, 2022.

Nos últimos anos estas cidades se tornaram um polo atrativo nesta fronteira em função da concentração dos serviços públicos e privados disponíveis, assim como na circulação de mercadorias e serviços, que em outras cidades até então são inexistentes, como os serviços de educação de nível superior e técnico profissionalizante, de segurança pública como da polícia federal, Exército, Marinha, Aeronáutica e, representações do poder judiciário e das receitas e/ou fazendários federal e estadual.

Os usos e ocupações do solo urbano neste contexto traz desafios no que tange a gestão territorial destas cidades. As ocupações sem planejamento nas Áreas de Preservação Permanente – APP de drenagem tem promovido, explicitamente a degradação das águas superficiais em perímetro urbano.

A ausência e/ou ineficiência no tratamento das águas servidas utilizadas nas casas, comércios e indústrias perpassa uma condição comum nas áreas urbanas da Amazônia. Além dos impactos produzidos para o ambiente, as condições de vida da

população que vive nestas áreas se tornam cada vez mais precárias e insalubres diante desta degradação.

Os problemas socioambientais urbanos são um dos reflexos visíveis da gestão territorial e hidrográfica desarticulada nas esferas federal, estadual e municipal. As escalas de planejamento e gerenciamento vão além. Elas se articulam com atores internos e externos a realidade local. Os interesses dos envolvidos e a lógica da abundância quantitativa da água são uma das facetas dessa complexa rede de interações do espaço urbano.

A água é um elemento fundamental para a gestão do território, ela está preconizada nas políticas e ações dos governos e instituições públicas e privadas por meio de tratados, leis, resoluções e decretos, mas na escala local das cidades reflete ter pouca ou quase nenhuma influência frente a realidade dos problemas existentes.

Sendo assim, a estrutura da tese foi dividida, nesta primeira parte, pela contextualização dos problemas enfrentados na região fronteira das cidades de Tabatinga e Letícia, o que nos motivou a realizar essa pesquisa, a justificativa, os objetivos e o desenho metodológico como delineamento para análise dos dados quantitativos e qualitativos desta tese.

No capítulo 1 discutiu-se como o crescimento da população e o processo de urbanização das cidades do mundo, vem sendo impactados pelos conflitos de uso da água. Quais medidas estão sendo adotadas pelos países ou blocos regionais frente aos cenários cada vez mais escassos de recursos hídricos em relação as demandas existentes. No contexto brasileiro debateu-se a questão da água a partir da dinâmica natureza-sociedade no território e o paradoxo de grande quantidade de água disponível em relação a disponibilidade de água tratada distribuída a população.

No capítulo 2 analisou-se como vem sendo realizada a gestão da água na bacia Amazônica pela Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA, por meio dos acordos multilaterais e bilaterais firmados pelos países signatários até os projetos, programas e ações implementados. Analisou-se, também, como têm se estabelecido os aspectos normativos especificamente de governabilidade da água no Brasil e na Colômbia, nos estados do “Amazonas” brasileiro e colombiano e os problemas territoriais e hidrográficos na escala local da região fronteira das cidades de Tabatinga e Letícia.

No capítulo 3 abordou-se a caracterização territorial - hidrográfica de uso e ocupação do solo urbano, crescimento demográfico e impactos socioambientais nesta região de fronteira dos “Amazonas” brasileiro e colombiano. Também se analisou as condições de qualidade das águas superficiais nas bacias urbanas do São Francisco, Matadero, Paraíso e Simón Bolívar das cidades de Tabatinga e Leticia e os desafios da potabilização e distribuição da água para os diversos usos da população.

No capítulo 4 destacou-se alguns desafios e perspectivas de gestão compartilhada das águas fronteiriças na escala local, os conflitos de uso e fiscalização das normativas nacionais e municipais, por meio dos planos diretores no gerenciamento e planejamento dos rios e canais fluviais urbanos, a qualidade da água consumida pela população, as doenças de veiculação hídrica e o avanço do desmatamento, correlacionando a visão dos atores institucionais diante dos problemas comuns enfrentados nas cidades de Tabatinga e Leticia.

## **1 Problema da Pesquisa**

A degradação da água nos espaços urbanos torna-se a cada ano mais significativa, este fato acarreta problemas tanto de ordem socioeconômica como ambiental, nas cidades do mundo. Nesta perspectiva, o estresse hídrico remete aos conflitos pelo uso da água com os diversos usuários nas duas últimas décadas.

O sistema político-administrativo de gestão das águas nos países da América Latina, em especial nos países da América do Sul, como no caso do Brasil, Colômbia, Peru e Venezuela ocorre de forma desarticulada quanto à execução de projetos relacionados ao tratamento de águas residuais — tanto em âmbito nacional quanto internacional — os quais não representam resposta satisfatória aos problemas sociais e ambientais.

Neste contexto, salienta-se que a governança das águas nacionais, se torna complexa, pois, a área de drenagem das bacias hidrográficas nas fronteiras internacionais, geralmente ultrapassa os limites político-administrativos dos países, estados e municípios, requerendo o gerenciamento integrado entre o Brasil e os territórios estrangeiros, que estão inseridos na mesma unidade geológica-geomorfológica.



Segundo Ocampo (2015), a governança global ao discutir a cooperação internacional e suas relações com a construção de um sistema único dos países parceiros, visa o respeito pelas peculiaridades regionais e legais, começando por identificar seus objetivos básicos no campo econômico, social e ambiental.

Nas cidades de Tabatinga (AM/BR) e Letícia (AM/CO), a degradação das águas nos rios urbanos é perceptível, em decorrência dos seguintes fatores: ausência de infraestrutura de saneamento básico, não tratamento de águas residuais de indústrias, comércios e residências, além da precariedade das ocupações irregulares sobre os canais de drenagem.

Vale salientar que segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, Plano Diretor das Cidades<sup>2</sup> e no Código florestal Brasileiro<sup>3</sup> - com normativas legais muito aproximadas no Brasil e na Colômbia, no que tange ao planejamento territorial e hídrico para as cidades - as margens dos canais de drenagem são Áreas de Preservação Permanentes – APP e não podem ser ocupadas por qualquer tipo de empreendimento ou moradia. Todavia, nos levantamentos de campo essas áreas indicaram intensa ocupação por moradias e comércios, no leito dos igarapés como foi identificado nas bacias do São Francisco e Matadero, unidades hidrográficas naturais, que delimita as cidades de Tabatinga e Letícia.

Diante disso, a hipótese norteadora para esses problemas podem ser enunciadas da seguinte forma:

A desarticulação política do processo de gestão em bacias, no que tange ao planejamento territorial das cidades de Tabatinga e Letícia nas esferas internacional e nacional nesta Fronteira Amazônica, constitui o principal componente da precariedade socioambiental em que se encontra a qualidade da água nesses espaços urbanos?

Nesta realidade evidente em diversas cidades do Brasil e do mundo, o método de abordagem no gerenciamento desses problemas ainda é ineficiente para mitigar impactos negativos. A análise do território segundo Santos (2011; 2013; 2014a; 2014b), a partir das relações globais e locais na apreensão do espaço, neste caso nas cidades com diversos atores envolvidos como: o estado, a indústria e os moradores

---

<sup>2</sup> Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT, (2002) em Letícia e, Plano Diretor Municipal de Tabatinga – PDMT, (2007).

<sup>3</sup> BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.

com interesses distintos deve ser compreendida neste processo de planejamento do ambiente natural e social.

Os impactos ambientais se expressam de forma compartilhada nas cidades de Tabatinga e Letícia, devido às ações de governos locais e nacionais, que podem influenciar positiva e negativamente essas áreas.

Neste estudo, o referencial teórico referente aos impactos socioambientais são trabalhados na perspectiva de Mendonça (2007; 2014; 2016), compreendendo-se as ações humanas como forças, que interferem o sistema na natureza, e se não realizadas corretamente, podem comprometer a qualidade de vida da sociedade. Essa relação qualidade social e natural poderá ser definida por meio de uma proposta de análise, que integre o planejamento territorial e a qualidade das águas em bacias urbanas, de modo eficiente.

Há muitas dificuldades de implantação de projetos no que refere a gestão de recursos hídricos nas cidades, seja pelos interesses difusos dos diversos atores envolvidos e pelas políticas públicas legais desarticuladas das peculiaridades locais. Quando imerge-se a governança da água entre países, existe, primeiramente, a questão jurídica do território nação e as unidades hidrográficas que não respeitam esses limites nacionais.

Segundo Quadros e Silva Filho (2019), as relações jurídicas compartilhadas sobre o domínio das águas pelos países, enfrentam dificuldades para efetivar a governança hídrica com a participação da sociedade na gestão das águas transfronteiriças, aspecto este preconizado pelo direito internacional de águas, encontra obstáculos que parecem intransponíveis, em razão da dimensão dos entraves burocráticos estabelecidos pelos ordenamentos jurídicos internos dos Estados nacionais.

Sendo assim, explicita-se as desconexões internas das legislações nos países e as dificuldades de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos – GIRH Transfronteiriços entre os países que compartilham águas internacionais. Nas análises de dados secundários e entrevistas realizadas na Colômbia nas cidades de Pasto<sup>4</sup> e Bogotá,

---

<sup>4</sup> Informação disponibilizada na Corporación Autónoma Regional de Nariño - Corponariño com a engenheira María Fernanda Folleco do setor de Gestão Integrada de Recursos Hídricos Fronteiriços na cidade de Pasto na Colômbia no dia 15/10/2019, nos disponibilizou no documento: **Manejo Integrado de Recursos Hídricos de las cuencas binacionales Mira, Mataje y Carchi – Guáitara Colombia –**

especificamente, identificou-se *a priori* a bacia hidrográfica como uma unidade de emergência de implantação do planejamento hidrográfico.

Desde 2003 a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA vem desenvolvendo ações de governança das águas internacionais implementadas, principalmente por contaminação e escassez entre Colômbia e Equador. Neste interim, ainda impera o planejamento das águas a partir da escassez, o que tem evidenciado uma desconexão das demandas locais da sociedade.

Além destas questões, outro fator a ser considerado são os custos de implantação destes projetos, quando o problema já está instalado. E para se obter eficiência na gestão das águas, e evitar custos excessivos, é essencial dar prioridade aos planos integrados no âmbito da bacia hidrográfica, os quais incorporem tanto o tratamento quanto o reuso das águas residuais, em vez de adotar abordagens específicas de determinados projetos limitados a um único setor.

Os estudos neste trabalho visam às alternativas de mitigação dos impactos socioambientais explícitos na degradação das bacias hidrográficas urbanas, como uma das propostas de planejamento territorial e hidrográfico nas cidades de Tabatinga e Letícia sob a perspectiva sistêmica. Ademais, pretende-se debater a visão de abundância aparente das águas como “ilusão futura” e no presente a escassez de água para os diversos usos cotidianos dos moradores.

## 2 Justificativa

Segundo Mirzaei et al. (2020), 43% das águas da superfície do globo estão em bacias hidrográficas fronteiriças. Isso significa dizer que 40% da população mundial vive nessas áreas, o que corresponde a 80% do fluxo global de circulação de pessoas, mercadorias e serviços. Esta unidade hidrográfica estabelece nos seus usuários uma interdependência não apenas de circulação, mas de suas necessidades de uso que favorecem ou não ao desenvolvimento econômico e social nesses países.

Conforme dados publicados pela United Nations World Water Assessment Programme – WWAP em 2018, no Relatório Nature-Based Solutions for Water,

---

**Ecuador, 2017** na cidade de Quito no Equador as tratativas que o governo colombiano tem desde 2006 com o governo equatoriano quanto a gestão das águas bilateral nas bacias hidrográficas Mira-Mataje e Carchi-Guáitara no que diz respeito aos problemas de contaminação das águas de montante a jusante nesses países.

estimativas recentes mostram que 31 países experimentam estresse hídrico e cerca de 4 bilhões de pessoas, que representam quase dois terços da população mundial, vivenciam escassez hídrica grave pelo menos um mês durante o ano. Nesta perspectiva, o estresse hídrico tem explicitado os conflitos pelo uso da água com os diversos usuários nas duas últimas décadas.

Diante deste cenário, a análise dos impactos se torna importante, pois os problemas sociais e ambientais são visíveis e, os igarapés<sup>5</sup> nas cidades da Amazônia constituem o reflexo destes no ambiente. Assim sendo, a pesquisa propõe o uso da bacia hidrográfica como unidade espacial de planejamento, e o território nas suas múltiplas interações com a sociedade e a natureza na construção do espaço urbano. Planejar a ocupação territorial nas bacias urbanas é fundamental, tanto do ponto vista ambiental como social, considerando-se a água um recurso indispensável à vida, bem como uma das condições básicas para as pessoas que residem nas cidades.

O gerenciamento e planejamento dos mananciais hídricos nas cidades é indispensável, uma vez que se usa para as diversas atividades da sociedade. A aplicação do Código Florestal Lei nº 12.651/2012, quanto as APP ainda são pouco respeitadas ou não conhecidas nas cidades de pequeno e médio porte. Diante deste fato, o planejamento dessas áreas de risco natural e social se faz pertinente para conservação da água, assim como para o ordenamento territorial urbano.

Outra informação importante do relatório Nature - Based Solutions for Water (2018), indica que a produção agropecuária é a atividade que mais consome água no mundo com 69%, em seguida aparecem as indústrias com 19%, e o consumo residencial com 12% na composição deste ranking. Atualmente, mais de 54% da população mundial vive em cidades, indicador este que constitui mais um elemento na análise deste contexto; estima-se que até 2050 a proporção entre a população urbana e a rural aumentará para 66,4%, (UNDESA, 2014).

Neste contexto, projetou-se neste trabalho a perspectiva de se verificar a existência de regulamentações e aplicações da lei sobre o uso das águas amazônicas no Brasil e na Colômbia, de acordo com respectivos órgãos reguladores de cada país.

---

<sup>5</sup> Igarapés: denominação dada aos pequenos rios, na Região Norte (Amazônia). Igarapé é um termo indígena que significa “caminho da canoa” (de igara – canoa e pé – trilha, caminho). Novo Dicionário geológico-geomorfológico. Antônio Teixeira Guerra, 1924-1968.

Ademais, foi identificada a necessidade de análise quanto às normas fronteiriças de compartilhamento e uso das águas internacionais.

No Brasil, a gestão da água, atualmente é instituída pela Agência Nacional de Águas – ANA, fundada no ano 2000 em consonância com o Ministério do Meio Ambiente – MMA, órgãos de regulação nacional, pautados na Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH estabelecida na Lei 9.433/1997, é considerada o marco regulatório das águas e, define a bacia hidrográfica como base territorial de gestão e planejamento das águas nacionais.

A regulamentação da água na Colômbia foi instituída conforme Irujo e Pinzón (2016), pelo Decreto 4.728 de 2010<sup>6</sup> através da Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH, inserida como uma das atribuições do Sistema Nacional Ambiental – SINA criado pelo Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS por meio da Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. Este Decreto normativo define o conceito de bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento das bacias nacionais e transfronteiriças e estabelece a participação de cidadãos e usuários para a gestão e planejamento das águas no país.

Neste contexto, esta pesquisa analisou as legislações hídricas e territoriais na região de fronteira nesses países, a fim de compreender como ocorre a gestão compartilhada da água na perspectiva do gerenciamento hidrográfico-territorial, especificamente nas cidades de Tabatinga no Brasil e em Letícia na Colômbia. Sendo assim, para viabilizar esta proposta de análise, construiu-se os objetivos que foram norteadores no desenvolvimento do trabalho.

### **3 Objetivos**

#### **Geral**

- ✓ Analisar os impactos socioambientais nas bacias urbanas das cidades de Tabatinga – AM/Brasil, Letícia – AM/Colômbia, a partir da identificação dos diversos atores institucionais, sociais e econômicos que influenciam direta e/ou indiretamente na construção do espaço urbano transfronteiriço.

---

<sup>6</sup> Decreto incorporado ao DECRETO 1076 DE 26 DE MAYO DE 2015 pelo Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponível em: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1076-de-2015/>. Acesso em: 10/10/2022.

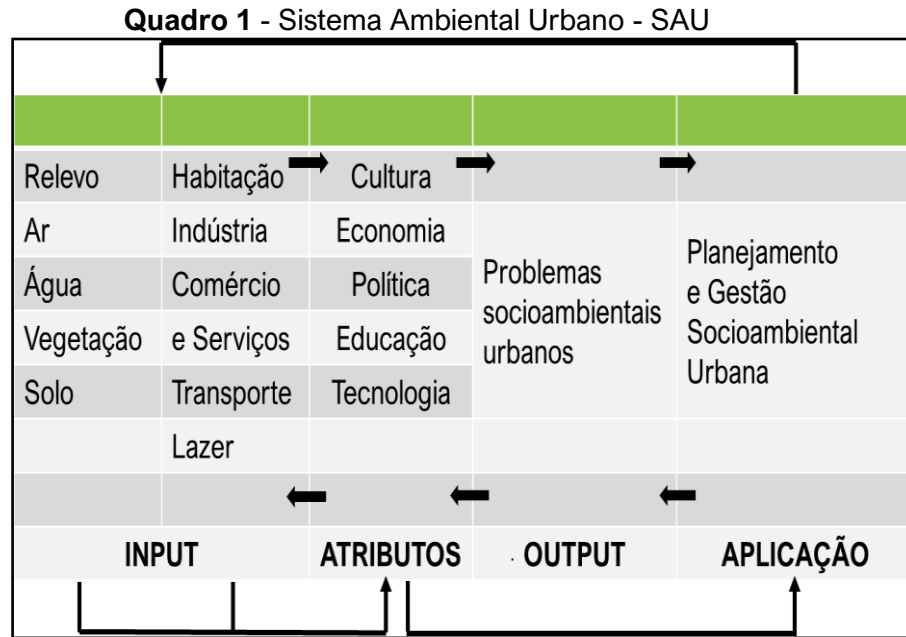
## **Específicos**

- ✓ Identificar as formas de uso e ocupação nas bacias hidrográficas urbanas do São Francisco (Brasil) e Matadero (Colômbia) à jusante e, à montante nas bacias do Paraíso (Brasil) e Simón Bolívar (Colômbia), considerando os processos de formação socioespacial sobre as áreas de proteção ambiental;
- ✓ Investigar nas esferas municipal, estadual e federal as legislações voltadas para o ordenamento da ocupação territorial sobre as bacias hidrográficas nesta região da fronteira amazônica;
- ✓ Contrastar as propostas de uso da água correlacionando-as à realidade social e institucional de fronteira internacional nas cidades de Tabatinga e Letícia;
- ✓ Realizar análises físico-químicas e microbiológica de qualidade das águas nas bacias hidrográficas urbanas das cidades de Tabatinga e Letícia.

## **4 Desenho Metodológico**

### **4.1 Enfoque Teórico**

O Desenho Metodológico para a execução desta pesquisa se debruçou sobre a abordagem dos pilares teóricos, nos quais se destacam os autores que trabalham com a análise sistêmica. Neste contexto, foram analisadas as relações dinâmicas entre natureza-sociedade no espaço geográfico, a partir da matriz metodológica Sistema Ambiental Urbano – SAU desenvolvida por Mendonça (2004a; 2009), conforme representado no quadro 1. Para a compreensão do espaço urbano essa abordagem se desenvolve por meio dos sistemas de entrada (Input) fluxos de matéria e energia, composto dos subsistemas naturais (ar, água, relevo, vegetação e solos) e, subsistemas sociais (comércio, indústria, habitação, lazer, serviços e transporte) dos atributos que imprimem a dinâmica das relações sociais no território como, política, tecnologia, economia e, de saída (output), que são o reflexo das interrelações no espaço-tempo entre os sistemas naturais e sociais, que se estabelecem na superfície terrestre por meio dos problemas socioambientais urbanos.



**Fonte:** Francisco Mendonça, (2004a; 2009).

Neste contexto, Mendonça (2010) ressalta que os riscos socioambientais urbanos, são fenômenos articulados de contingências naturais e sociais, que desestabilizam as condições de vida das sociedades urbanas, e evidenciam elementos e fatores de ordem natural (ambiental) e social (cultural, política, econômica e tecnológica). Concomitante aos riscos está associada a vulnerabilidade socioambiental urbana, segundo este autor evidenciada pelos impactos que atingem de forma diferente os grupos sociais, constituindo ambos em risco e vulnerabilidade uma seara complexa para compreender o espaço urbano.

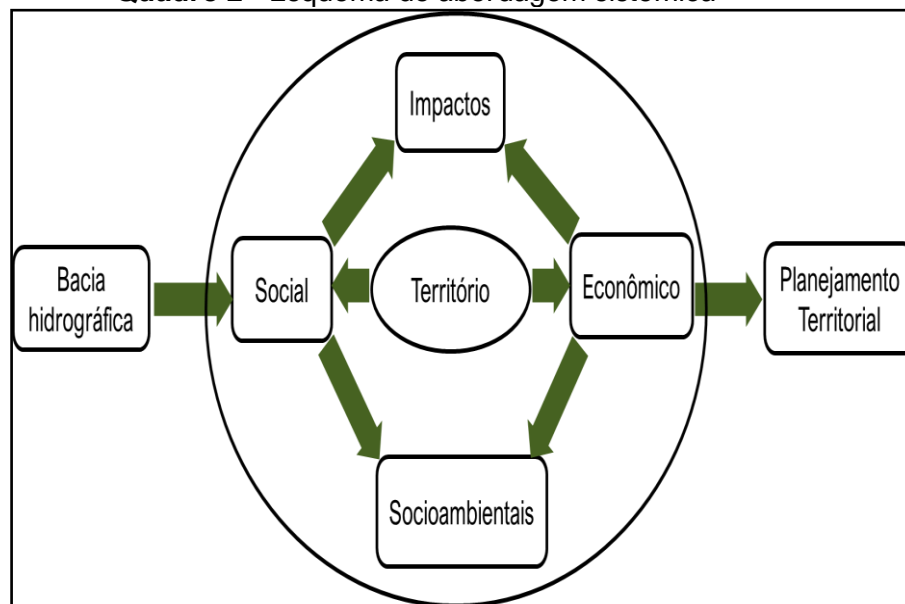
Segundo Mendonça e Buffon (2021), risco é uma condição para que determinado fenômeno acarretado pelas condições naturais se transforme em uma ameaça na sociedade exposta ou afetada por ele, de modo que não exista risco para a natureza, nem para os artefatos tecnológicos, pois o risco é uma condição de apresentação de um grupo social a uma determinada ameaça, sendo assim, uma construção social. Ainda segundo esses autores a construção de situações de risco é resultado de um conjunto de fatores sociais, econômicos, culturais, demográficos e naturais, que estão presentes na dinâmica das relações sociais e, destas relações com a natureza.

Por fim, as aplicações nesta matriz de análise foram a proposição de mitigação dos riscos e vulnerabilidades socioambientais no espaço urbano, oriundas das inter-

relações negativas entre os sistemas naturais, sociais e seus atributos dinâmicos. Dessa maneira, essa proposta de compreensão da natureza-sociedade poderá ser utilizada tanto para explicitar os problemas urbanos, como para equacionar os impactos naturais e sociais nas cidades.

Desta maneira, os riscos, vulnerabilidades e impactos ambientais foram caracterizados e analisados nas bacias urbanas das cidades de Tabatinga e Leticia como células de análise socioambientais, onde se pretende investigar de modo integrado as ações sociais, econômicas e ambientais, que se tornam visíveis por meio dos usos múltiplos do território, explicitados pelas bacias hidrográficas urbanas. O esquema apresentado no quadro 2 norteou a elaboração metodológica de forma auxiliar, porém sem limitar as análises e os fatos no devir da execução deste trabalho.

**Quadro 2** - Esquema de abordagem sistêmica



**Fonte:** Adaptado de Mendonça (2004b; 2009) e Alves e Silveira (2008).

Segundo Santos et al. (2006), o território não é apenas um conjunto de sistemas naturais e artificiais superpostos na superfície terrestre, ele é resultante de seus usos e suas interações com os sistemas da natureza e construídos pelo homem. Nesta perspectiva, foi utilizado o conceito de território a partir da dinâmica social, onde foram analisadas modalidades de uso e do processo histórico, econômico, cultural e político de ocupação do solo nas bacias urbanas delimitadas neste trabalho.

A configuração territorial segundo Santos (2014a) é constituída pelos sistemas de recursos naturais como, rios, planícies e florestas, dentre outros e, de recursos



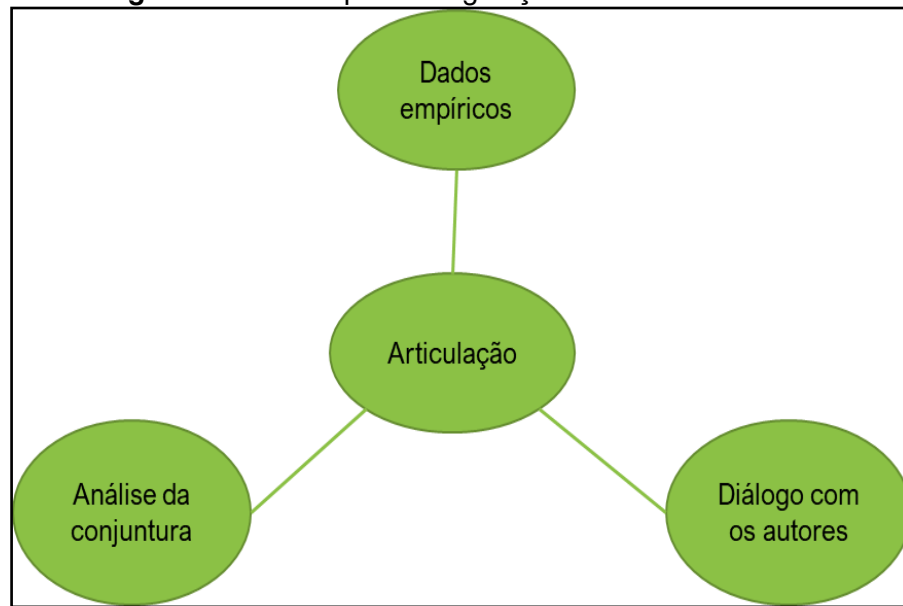
criados: estradas, barragens, cidades o que houver. O arranjo desse conjunto de sistemas dá forma a configuração territorial do território.

Sendo assim, segundo este autor estar-se-á diante de um novo sistema da natureza, pois, o homem não controla os fenômenos como enchentes, deslizamentos de encostas, terremotos, mas pode ter conhecimento prévio de seu acontecimento o que lhe dará condições de mudar ou mitigar suas consequências diante aos impactos.

Deste modo, o uso do território de um país, estado ou cidade em grande parte é resultado de ações geradas fora dele. Isso remeterá a uma análise que leve em conta a escala, e aos diferentes níveis de variáveis, mesmo para fins de intervenção ou gerenciamento diante de um problema.

Para articular-se os dados secundários e primários neste trabalho, optou-se pela Análise por Triangulação de Métodos, pois segundo Marcondes e Brisola (2014) essa análise metodológica é voltada à interpretação e atribuição de significados aos fenômenos investigados, assim como favorece o processo de análise indutiva dos dados coletados.

Conforme esses autores, a Análise por Triangulação de Métodos está pautada na preparação do material coletado e na articulação de três aspectos de análise dos fatos, sendo: o primeiro aspecto se refere às informações concretas levantadas na pesquisa, como os dados empíricos, e as narrativas dos entrevistados; o segundo aspecto compreende o diálogo com os autores que se debruçam sobre a temática em questão; e o terceiro aspecto se refere à análise de conjuntura, abrangendo conjuntura como o contexto mais amplo e mais abstrato da realidade. A articulação desses três aspectos, para proceder à análise, é demonstrado na figura 2.

**Figura 2** - Análise por Triangulação de Métodos

**Fonte:** Marcondes e Brisola, 2014.

Ao se delinear esses métodos de apreensão do objeto de estudo desta pesquisa, ou seja, a gestão territorial a partir do planejamento hidrográfico da rede de drenagem nesta fronteira amazônica, permitiu articular-se a interpretação e análise dos dados qualitativos e quantitativos na perspectiva socioambiental, onde aspectos sociais e físico-naturais estão intrinsecamente interligados.

Segundo Cardano (2017), a pesquisa qualitativa requer a verticalização dos detalhes à reconstrução do todo. Neste contexto, a escolha metodológica responderá de forma específica a uma exigência geral, que recupere o inteiro domínio do objeto social analisado, o qual guiará a complexidade das interações dos fenômenos em estudo.

Ainda conforme este autor, a redução da extensão do domínio observado, a delimitação de poucos casos, dos quais se sugere a individualização para representar os mínimos detalhes, permite ao pesquisador a visualização de uma quantidade rica de indicativos, dos quais interpretar os fenômenos sociais, para os quais conduziu sua escala de análise espaço-temporal.

Sendo assim, a apropriação de métodos quantitativos e qualitativos norteou a análise dos dados primários, secundários e entrevistas, junto aos atores institucionais, empresas públicas e moradores neste trabalho conforme as técnicas e procedimentos metodológicos descritos a seguir.

## 4.2 Técnicas e Procedimentos

Os levantamentos de dados primários foram realizados em parceria com as Secretarias Municipais de Meio Ambiente – SEMAT, e de Proteção de Defesa Civil – SEMPDEC do município de Tabatinga, e em Letícia nas Secretarias de Competitividad, Medio Ambiente y Turismo – SCMAT e Sector de Gestión de Riesgos – SGR/Alcaldía de Letícia. No que diz respeito aos dados secundários na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – Corpoamazonia, Departamento Nacional Administrativo de Estadística – DANE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas – SEMA, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Instituto de Protección Ambiental do Amazonas – IPAAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS e Universidad Nacional de Colombia – UNAL.

No que tange a governança das águas nesta região de fronteira, no âmbito geral desta pesquisa, se teve como foco de análise as cidades de Tabatinga e Letícia, onde foram realizados levantamentos de dados a partir dos Planos Diretores Municipais e Leis nas esferas Federal, Estadual e Municipal que regulamentam o gerenciamento territorial das águas, a fim de verificar como estavam sendo realizados e se existia gestão bilateral entre os países. No âmbito federal e estadual quanto a gestão e planejamento da água foram realizadas entrevistas no MADS, IDEAM, Corporación Autónoma Regional de Nariño – Corponariño, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – Corpoamazonia/Sede Territorial Amazonas e no IPAAM<sup>7</sup>.

Foram realizados levantamentos de dados secundários e entrevistas junto a SEMAT, SCMAT, SEMPDEC, SGR, Companhia de Saneamento do Amazonas - COSAMA e na Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Leticia - USPD, no que tange a distribuição e tratamento da água nas cidades para os usos residencial, comercial e industrial. Concomitante a isso foram realizados levantamentos por meio de questionários aplicados, junto aos moradores das cidades para identificar as formas

---

<sup>7</sup> Realizamos a solicitação de entrevista junto a instituição no dia 27/10/2022, assim como, anexo um roteiro de perguntas (Apêndice C – páginas 284-285), mas até o momento não obtivemos resposta a solicitação (Anexo C – pág. 291).

de captação da água para uso doméstico, consumo humano, qualidade e segurança da água que consome, manutenção dos serviços realizados pelas prestadoras de água e conhecimento sobre as leis que regem o tratamento e qualidade da água, de modo que essas informações possam ser articuladas junto ao Plano Diretor Municipal – PDM de Tabatinga e o Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT de Letícia em vigor. Esses dados tiveram como intuito, verificar e correlacionar as políticas públicas voltadas para o planejamento territorial das águas nas cidades de Tabatinga e Letícia.

Para se realizar o tratamento de dados como entrevistas nas instituições públicas e privadas, leis, planos diretores e questionários aplicados junto aos moradores foi utilizado o Software de análise qualitativa de dados MAXQDA Analytics Pro 2022 (versão 22.1.0). A função deste programa nesta pesquisa foi representar os dados qualitativos por meio quadros, gráficos, dentre outras formas de apresentação a partir das categorias de análise selecionadas. Dessa maneira, esta ferramenta auxiliou na organização e sistematização dos dados e informações coletadas em campo e, de documentos analisados.

Nesta etapa também foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas da água pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), em consonância com os parâmetros de qualidade da ANA<sup>8</sup> (2020), estabelecidos pelo Índice de Qualidade da Água – IQA que são: Oxigênio dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes, Potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)<sup>9</sup>, Temperatura da água, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez e Resíduo Total.

---

<sup>8</sup> No dia 15/07/2020 foi publicada a Lei nº 14.026/2020 na edição do Diário Oficial da União desta quinta-feira, 16 de julho, a ANA passa a se chamar “**Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**” a partir de hoje, sendo que a sigla do órgão permanece igual. Além disso, a lei que atualiza o marco legal do saneamento básico traz uma nova atribuição regulatória para a instituição: editar normas de referência, com diretrizes, para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias>. Acesso em: 31/07/2020.

<sup>9</sup> Nota explicativa: o parâmetro **Demanda Bioquímica de Oxigênio** não foi analisado devido a logística e o tempo de 24 horas corridas para ser enviado e realizado na cidade de Manaus, única cidade do Estado do Amazonas e do Amazonas Colombiano que realiza esta análise. Nas cidades de Tabatinga e Letícia, tanto no LAFRON-Tabatinga e na Universidade Federal do Amazonas - UFAM/Instituto de Natureza e Sociedade – INC localizado na cidade de Benjamin Constant, Universidade do Estado do Amazonas – UEA/Campus Tabatinga, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM/Campus Tabatinga e Universidad Nacional de Colombia – UNAL em Letícia não tem equipamentos para realização deste parâmetro. Todavia, este parâmetro pode ser parcialmente contemplado e interrelacionado com outros parâmetros analisados, como por exemplo, o Oxigênio Dissolvido.

As análises de temperatura da água e oxigênio dissolvido foram realizadas *in locu* na superfície da água com a Sonda YSI ProODO™ Handheld. Os procedimentos de coleta nos doze pontos de análise deste trabalho em campo ocorreram da seguinte forma:

I – No dia anterior a coleta e análise era realizado um pré-campo dos pontos preestabelecidos, e se fosse possível realizar as análises;

II – Nos dias das campanhas realizadas nos meses de março e agosto de 2022 realizou-se as coletas com uso da sonda Multiparâmetros, estabelecendo os 2 minutos de calibração do equipamento na superfície da água. Depois do registro das leituras dos parâmetros na sonda, também eram coletadas as amostras de água, que seriam analisadas nos laboratórios de Tabatinga, e as que seriam enviadas para análise em Manaus;

III – As coletas que foram enviadas para os laboratórios foram coletadas em sacos estéreis de 100 mL, frascos de polietileno de 120 mL no mês de março e 300 mL no mês de agosto, com uso de luva de procedimento padrão e limpeza dos frascos com água destilada no dia anterior as campanhas.

As amostras coletadas para serem analisadas em laboratório, ficaram armazenadas em frascos de polietileno de 120 a 300 mL, que foram enviadas para Manaus e sacos estéreis com capacidade de 100 mL analisadas em Tabatinga. As análises de pH, coliformes termotolerantes (Coliformes totais e E. coli) foram realizadas no Laboratório de Fronteira do Alto Solimões - LAFRON vinculado a Fundação de Vigilância em Saúde - FVS do Amazonas, localizado na cidade de Tabatinga. As amostras coletadas foram analisadas no Setor Ambiental, Laboratório 001.

Os equipamentos utilizados foram o Medidor de pH TEC-5, Estufa Bacteriológica SL-101 e Lanterna de emissão de radiação UV 365nm modelo BOIT-LUV01. No quadro 3 abaixo estão descritos o detalhamento metodológico de como foram realizadas pelo LAFRON-AM em Tabatinga as análises dos coliformes termotolerantes.

**Quadro 3** - Procedimentos metodológicos para análise de coliformes totais e termotolerantes pelo LAFRON/FVS-AM

1 <sup>10</sup> . Objetivos	3. Fundamentos	6. Equipamentos	7. Meios de cultura, soluções e reagentes	9. Procedimentos
<p><b>Tem por objetivo estabelecer a metodologia para a detecção rápida (24 horas) de Coliformes Totais, e <i>Escherichia coli</i> em amostras de água para consumo humano através do método de metabolização pelos coliformes da ONPG-MUG (o-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo).</b></p>	<p>O teste de substrato enzimático utiliza substratos hidrolisáveis para detecção simultânea de enzimas de bactérias do grupo coliforme total e de <i>Escherichia coli</i>.</p> <p>Quando a técnica enzimática é usada, o grupo coliforme total é definido como todas as bactérias que possuem a enzima β-D-galactosidase, nos quais o substrato cromogênio orto - nitrofenil - β- D - galactopiranosídeo são usados para detectar a enzima β-D-galactosidase que hidrolisa o substrato, resultando na liberação do cromógeno, que produz uma mudança de cor para amarelo, o que indica teste positivo para coliformes</p>	<p>Estufa incubadora regulada a 35 ± 0,5°C; Lâmpada de luz ultravioleta, ondas 365nm; Refrigerador, 4 ± 2°C; pH metro; Turbidímetro TB 1000 p; Agitador - Aquecedor mod.258;</p>	<p>Meio de cultura desidratado em flaconete (comercial); Solução de tiosulfato de sódio a 10%; Substrato enzimático desidratado em flaconete; Solução de tiosulfato de sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) a 3%;</p>	<p>Ao coletar a amostra, deixar um espaço aéreo entre a mesma e a extremidade do saco de coleta (pelo menos 2,5 cm) para facilitar a homogeneização por agitação, antes da análise.</p> <p>Quantidade mínima de amostra a ser coletada: 100 mL.</p> <p><b>Nota:</b></p> <p>1. No caso de amostras cloradas, neutralizar o cloro adicionando 0,1 mL de solução de tiosulfato de sódio a 3% em 100 mL de água potável. Quantidade suficiente para neutralizar 5mg/L de cloro residual livre. Para neutralizar 15mg/L de cloro residual livre, deve ser utilizado 0,1 mL de solução de tiosulfato de sódio a 10% em 100 mL de água.</p> <p><b>9.1.1 Procedimentos de amostragem e coleta</b></p>

<sup>10</sup> A ordem numérica do quadro não corresponde a sequência numérica do documento disponibilizado pelo LAFRON que contém ao todo 12 itens. Pois realizamos um recorte dos itens empregados para as análises específicas desta pesquisa. Fonte: Procedimentos de análise microbiológica da qualidade da água. LAFRON/FVS-AM em Tabatinga, 2022.

totais em 18 a 24 h, sem procedimentos adicionais.

Grupos não coliformes, como *Aeromonas*, *Flavobacterium* e espécies de *Pseudomonas* podem produzir pequena quantidade da enzima  $\beta$ -D-galactosidas, mas são suprimidas, e, geralmente não produzem uma resposta positiva dentro do tempo de incubação, a menos que mais de 104 a 106 UFC/100 mL estão presentes.

A *Escherichia coli* é definida como uma bactéria que dá uma resposta positiva para coliforme total e possui a enzima  $\beta$ -D-glucuronidase. O substrato fluorogênico 4-metil-umbeliferil –  $\beta$  - D -

Ao coletar a amostra, deixar um espaço aéreo entre a mesma e a extremidade do saco de coleta (pelo menos 2,5 cm) para facilitar a homogeneização por agitação, antes da análise.

Quantidade mínima de amostra a ser coletada: 100 mL.

**Nota:**

1. No caso de amostras cloradas, neutralizar o cloro adicionando 0,1 mL de solução de tiosulfato de sódio a 3% em 100 mL de água potável. Quantidade suficiente para neutralizar 5mg/L de cloro residual livre. Para neutralizar 15mg/L de cloro residual livre, deve ser utilizado 0,1 mL de solução de tiosulfato de sódio a 10% em 100 mL de água.

**9.2 Homogeneização, inoculação, incubação, leitura e interpretação.**

glucoronídeo (MUG) é usado para detectar a enzima  $\beta$ -D-glucuronidase, que é produzida pela *E. coli*. A enzima  $\beta$ -D-glucuronidase hidroliza o substrato, resultando na liberação do fluorógeno, que produz um produto fluorescente, quando visto na luz ultravioleta em comprimento de 365 nm. A presença de fluorescência indica um teste positivo para *E. coli*.

O teste é usado com o formato de presença e ausência em 100 mL de amostra de água.

#### a) Homogeneização

Antes de abrir o recipiente onde está acondicionada a amostra, efetuar uma assepsia da borda dele, com uma solução de álcool a 70%; ou então flambear a borda do frasco, caso seja de vidro. Agitar a amostra invertendo-se a embalagem 25 vezes num arco de 30 cm. Adicionar assepticamente o conteúdo de um flaconete (disponível comercialmente) contendo o meio enzimático a 100 mL da amostra em um recipiente ou bolsa estéril transparente, não fluorescente. Fechar e agitar o conteúdo até dissolver o meio. Identificar o recipiente ou saco estéril com o número da amostra, data e hora da inoculação.

#### b) Incubação

Incubar a  $(35 \pm 0,5)$  °C durante 24 a 28 horas.

#### c) Interpretação

**Coliformes totais:** Após o período mínimo de incubação, examinar os frascos para examinar a mudança de cor: o ONPG é hidrolisado pela enzima bacteriana e o meio torna-se amarelo. Se a cor não está uniforme, homogeneizar o frasco por inversão antes da leitura. Ler as instruções do fabricante com relação à interpretação. Alguns fabricantes sugerem a comparação da amostra contra um comparador de cor disponível através do fabricante. As amostras são consideradas negativas para coliforme total se não há desenvolvimento de cor no teste de ONPG. Se a resposta cromogênica é questionável após 18-24 horas para ONPG, incubar por mais 4 horas adicionais.

**Escherichia coli:** examinar os frascos positivos de coliformes totais e para fluorescência utilizando uma lâmpada ultravioleta com comprimento de onda de 366 nm em câmara escura. A presença da fluorescência é um teste positivo para *Escherichia coli*. Se a fluorescência for



questionável, incubar por 4 horas adicionais. A fluorescência intensificada é um resultado de teste positivo.

No quadro abaixo estão as interpretações dos resultados:

<b>ASPECTO</b>	<b>RESULTADO</b>
Incolor ou amarelo pálido, sem fluorescência.	Negativo para coliformes totais e <i>E. coli</i>
Amarelo igual ou superior ao comparador	Positivo para Coliformes totais
Azul fluorescente	Positivo para <i>E. coli</i>

### 9.3 Procedimentos de controle de Qualidade

Testar cada lote de meio para o desempenho por inoculação com três bactérias de controle: *Escherichia coli*, coliformes totais diferente da *E. coli* (por exemplo, *Enterobacter cloacae* ou *Klebsiella pneumoniae*), e um não coliformes (*Pseudomonas aeruginosa*). Também adicionar um controle de água estéril. Se a água estéril controle exibe fraca fluorescência ou coliformes positivo fraco resultado, descartar e usar um novo lote de substrato. Evite o uso de uma inóculo pesado. Se *Pseudomonas* é utilizado como representante não coliformes, selecione uma espécie não fluorescentes. Incubar estes controles  $35 \pm 0,5$  °C, como indicado acima. Os resultados das análises devem ser registrados, e onde constam além dos dados da amostra, os equipamentos e instrumentos utilizados, suas respectivas identificações, pessoal técnico autorizado para utilização dos equipamentos e realização dos ensaios.

**Fonte:** LAFRON-FVS/Tabatinga – Laboratório Ambiental 001, março e agosto de 2022.

As análises de fósforo total, nitrogênio total, Sólidos Totais em Suspensão<sup>11</sup> - STS, Turbidez e Condutividade Elétrica – CE foram analisadas no Laboratório de Química Ambiental – LQA do Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia – INPA, segundo os métodos de Valderrama (1980), Golterman (1970), Manual Micronal (s/d) e APHA (2005) para fósforo, nitrogênio e sólidos totais em suspensão. Os equipamentos utilizados para medir a turbidez e condutividade elétrica foram o Turbidímetro MacFarland de 0 a 1000 Unidades Nefelométricas de Turbidez – NTU, modelo TCP TB-2000 e Medidor de Condutividade SevenCompact™ S230, modelo METTLER TOLEDO.

Os equipamentos utilizados para realização do Fósforo e Nitrogênio Total foi o Espectrômetro Feixe AJX-6100PC, modelo AJMICRONAL, junto a, Bomba Peristáltica MASTERFLEX L/S, modelo COLE-PARMER para leitura das amostras coletadas. O padrão para leitura das amostras no espectrômetro é 535nm (nanômetros/comprimento de ondas). Com o uso da pipeta as amostras que apresentavam quantidade elevada de matéria orgânica, foram realizadas as diluições das amostras a partir dos métodos estabelecidos, reagentes e equipamentos utilizados.

A análise dos Sólidos Totais em Suspensão foi realizada pela Estufa de Esterilização e Secagem da marca Nova Ética, modelo 402/3N-Ethiktechnology. Os princípios, reagentes, procedimentos e cálculos de concentração realizados para as análises de fósforo Total, nitrogênio Total e sólidos totais em suspensão estão descritos no quadro 4.

---

<sup>11</sup> O parâmetro **Resíduo Total** foi substituído pelo **Sólidos Totais em Suspensão** em função dos objetivos do trabalho que foi analisar os indicadores da qualidade das águas superficiais para consumo humano como variável ambiental. Todavia os dois parâmetros de forma ampla convergem para o mesmo fim, o que não descaracteriza usar o parâmetro Sólidos Totais em Suspensão em substituição ao Resíduo Total.

**Quadro 4** - Procedimentos metodológicos para análise do Fósforo Total, Nitrogênio Total e Sólidos Totais em Suspensão do LQA-INPA

21 <sup>12</sup> . FÓSFORO E NITROGÊNICO TOTAL (N e P – Total)	21. FOSFATO (Flow Injection Analysis - FIA)	23. NITRATO (FIA)	37. Sólidos totais em Suspensão – (STS)
<b>I. Princípio</b>	<b>21.1 Princípio</b>	<b>I. Princípio</b>	<b>I. Princípio</b>
As várias formas dos compostos nitrogenados (nitrato, nitrito, amônia, ureia, aminoácidos alifáticos e proteínas), são oxidados com uma mistura de persulfato de potássio e ácido bórico a 110°C por 30 minutos. A seguir o nitrogênio é analisado como nitrato e fósforo como fosfato, usando os métodos convencionais.	Em meio ácido, soluções diluídas de ortofosfato reagem com molibdato de amônia formando um heteropoliácido, o qual é reduzido com cloreto estanoso e sulfato de hidrazina. O composto reduzido, conhecido como azul de molibdênio, apresenta máximo de adsorção à 700nm, sendo a intensidade da cor proporcional ao teor de ortofosfato na amostra. As águas filtradas permitem a determinação de ortofosfato dissolvido, e a amostra não filtrada o teor de ortofosfato total.	O método utiliza a redução de nitrato e nitrito através da coluna com cádmio coperizado, e posterior espectrofotometria do nitrito a 535nm empregando reação de Griess, modificada. O teor de nitrito deve ser determinado e subtraído, se significativo. <b>Obs:</b> Amostras d'água natural preservadas ou não com 1,0mL de amostra. De um modo geral, recomenda-se a acidificação, seguida de congelamento, caso as amostras não sejam analisadas dentro de 24 horas após a coleta.	Os sólidos totais são resíduos resultantes da evaporação da água a 104-105°C. Sólidos totais é a soma dos Sólidos solúveis e suspenso. Nas águas naturais, os sólidos estão constituídos por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e outras substâncias. As águas com concentrações maiores que 4000 mg/L de sólidos totais são consideradas geralmente impróprias ao consumo humano. Águas que apresentam concentrações acima de 5000 mg/L de sólidos totais dissolvidos são ásperas, produzindo irritações na vesícula e no intestino.
<b>II. Reagentes</b>	<b>21.2 Reagentes</b>	<b>II. Reagentes</b>	
a) Mistura oxidante: dissolver 14g de NaOH em 300 mL de água destilada. Ferver durante 10 minutos, esfriar e dissolver nesta solução de 50g de K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> e 30g de H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> . Completar o volume para 1000mL, guardar em frasco âmbar. Nestas condições é estável por seis meses.	a) Solução padrão de estoque de fósforo (1000 mgP/L): dissolver 4,390g de hidrogeno fosfato de potássio ou fosfato monobásico de potássio (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) em água, completar o volume com 1000mL e homogeneizar. Transferir para um frasco de polietileno, etiquetar e guardar no refrigerador. É estável por seis meses.	a) Padrão estoque (A) de N-NO <sub>3</sub> (1000mg/L): dissolver 3,034g de nitrato de sódio em um pouco de água destilada, completar o volume para 500mL e homogeneizar. Transferir para um frasco de polietileno, etiquetar e guardar em refrigerador. É estável por seis meses.	

<sup>12</sup> A ordem numérica do quadro não corresponde a sequência numérica do documento disponibilizado pelo LQA que contém ao todo 57 itens. Pois realizamos um recorte dos itens empregados para as análises específicas desta pesquisa. Fonte: Procedimentos de análise físico-química da qualidade da água realizados no LQA/INPA em Manaus, 2022.

b) Solução de cloreto de amônia (NH<sub>4</sub>CL) 5M: dissolver 53,3g do sal em um pouco de água destilada e completar o volume para 200mL.

b) Solução de trabalho 100 mgP-PO<sub>4</sub>/L: transferir para um balão volumétrico de 100 mL, 10 mL do padrão (a), completar o volume com água destilada, homogeneizar. Deve ser feito na hora da análise.

c) Reagente 1 (**R1**): Dissolver 5g de molibdato de amônia tetra hidratado [(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>MO<sub>7</sub>O<sub>24</sub>. 4H<sub>2</sub>O] em 300mL de água destilada. Adicionar lentamente, sob agitação contínua 17,5mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado e completar volume para 500mL. O reagente é estável.

d) Reagente 2 (**R2**): adicionar lentamente e cuidadosamente, sob agitação em banho de gelo, 14mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em 300mL de água destilada. Dissolver nesta solução 0,1g de cloreto estânico dihidratado (SnCl<sub>2</sub>2H<sub>2</sub>O) e 1g de sulfato de hidrazina (N<sub>2</sub>H<sub>6</sub> SO<sub>4</sub>) e complementar o volume para 500mL. A solução é estável por uma semana se armazenada em refrigerador a 5°C.

e) Solução Carregadora (**SC**) – água destilada.

### III. Procedimento

Digestão da amostra: transferir para um frasco com tampa 30mL da amostra e 3,9mL da mistura oxidante. Fazer a digestão em autoclave por 30 minutos a 1kgf. Esfriar. Deixar as tampas dos tubos frouxas, e controlar

### 21.3 Procedimento

- Preparar curva analítica, a partir do padrão estoque nas seguintes concentrações:

a) **Para amostras naturais:** 0,0; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1 a partir do padrão (b).

b) Padrão B de N-NO<sub>3</sub> (100mL): transferir 10mL de (a) para um balão de 100mL, completar o volume com água destilada. Preparar no momento da análise.

c) **R1:** dissolver 100g de NH<sub>4</sub>CL, 20g de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>. 10 H<sub>2</sub>O e 1g de Na<sub>2</sub>EDTA em 1000mL de água.

d) **R2:** dissolver 2,0 de sulfanilamida, 0,1g de N-(1-nafti) etilenodiamônicloreto em 10mL de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 80% e completar o volume para 100mL com água destilada. Esta solução é estável por 2-3 dias de armazenada em refrigerador.

e) **SC:** água ou solução 0,036 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (diluir 1,0ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado em 1000mL com água destilada) quando as amostras forem preservadas.

f) Cádmiu metálico granulada.

### III. Procedimento

#### Preparar coluna de cádmio coperizado

- Lavar o cádmio com solução 0,1 M HCL, solução 0,1 M CuSO<sub>4</sub> e água. As extremidades internas da coluna devem ser protegidas com espuma de poliuretano evitando o transporte

### III. Procedimento

- Secar os filtros em estufa a 105°C por 3 horas;

- Esfriar no dessecador para balanceamento da temperatura.

- Fazer a primeira pesagem. Secar novamente à mesma temperatura por mais 3 horas e voltar ao dessecador.

<p>a temperatura do autoclave, para não haver perda das amostras. Fósforo total e dissolvido: seguir procedimento para fosfato. Nitrogênio total e dissolvido: tomar 10mL da amostra digerida, acrescentar 0,4mL de cloreto de amônia 5M. Passar na coluna redutora pelo mesmo procedimento de N-NO<sub>3</sub>. Branco: Tratamento igual as amostras, e a seguir procedimento respectivo fósforo e nitrogênio. Padrões não são autoclavados.</p>	<p>b) <b>Para amostras naturais:</b> 0,01; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 a partir do padrão (a).</p>	<p>de material particulado para o percurso analítico do sistema (Henriksen e Selmer-Olsen, 1970). - Em seguida encher uma coluna de vidro (2mm de diâmetro interno e 50mm de comprimento) com limalhas de cádmio coperizado. - Preparar curva analítica com as concentrações 0,01 – 0,05 – 0,10 – 0,20 – 0,30 – 0,40 – 0,50 a partir do padrão B. - Ler as amostras a 535 nm.</p>	<p>- Repetir os procedimentos de pesagem até obtenção de peso constante (P1); - Após filtrar as amostras secar e pesar os filtros da mesma forma até obtenção de peso constante (P2).</p>
<p>IV. Cálculo da concentração</p>	<p><b>21.4 Cálculo de concentração</b></p>	<p>IV. Cálculo de concentração</p>	<p>III. Cálculo de concentração</p>
<p>Calcular mg P-PO<sub>4</sub>/L por regressão linear usando curva de calibração.</p>	<p>Calcular <b>mg P-PO<sub>4</sub>/L</b> por regressão linear usando curva de calibração.</p>	<p>Calcular <b>mgN-NO<sub>3</sub>/L</b> por regressão linear usando curva de calibração.</p>	<p><math>\text{mgSTS/L} = \frac{\text{P2-P1} \times 1000}{\text{vol. Filtrado (L)}}</math></p>
	<p><b>21.5 Características analíticas</b></p> <p><b>Precisão:</b> Desvio padrão relativo das medidas das alturas de uma amostra contendo 0,1 mgP/L menor que 0,5%.</p> <p><b>Limite de detecção:</b> Desvio 0,01 mgP/L.</p> <p><b>Interferência química:</b> Silício em concentração superior a 30mg/L.</p> <p><b>Velocidade analítica:</b> 90 determinações por hora.</p> <p><b>Consumo de reagentes:</b> 200mL de R1 e 100mL de R2 permitem cerca de 320 determinações incluindo as soluções padrão.</p>		

**Fonte:** Laboratório de Química Ambiental – LQA/INPA, maio e outubro de 2022.

Os métodos e procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa foram utilizados com o intuito de estabelecer análises comparativas entre os parâmetros nacionais de qualidade das águas e locais nas bacias urbanas das cidades de Tabatinga e Letícia, assim como, das áreas já consolidadas nas cidades e as que estão em processo de expansão urbana, a fim de verificar e comparar os diferentes graus de poluição das águas nas bacias urbanas analisadas.

As coletas das amostras de água foram realizadas conforme as seguintes etapas:

I- Foram realizadas vinte e quatro coletas nas bacias urbanas do São Francisco, Matadero, Paraíso e Simón Bolívar em dois períodos; a primeira no período da cheia, em março, com doze amostras, e a segunda no período da vazante, em agosto, com doze amostras nos canais de drenagem das cidades de Tabatinga e Letícia no ano de 2022;

II- Em cada bacia analisada foram realizadas seis coletas durante um ano, divididas da seguinte maneira: três no período da cheia e três no período da vazante. Salienta-se que o regime sazonal dos rios urbanos da região no seu baixo e médio curso, sofre influência direta das cheias e vazantes dos rios Amazonas/CO e/ou Solimões/BR, assim como dos altos índices pluviométricos em toda extensão da rede de drenagem urbana;

III- As coletas em cada unidade hidrográfica ocorrerão de montante, no alto curso/nascente, no médio curso, e no baixo curso/foz a jusante, com o intuito de analisar o processo de formação espaço-temporal e da qualidade da água, usando a bacia hidrográfica como unidade de análise de aspectos socioambientais e físicos-naturais.

Essas etapas têm a premissa de identificar como o processo de ocupação urbana ao longo do tempo nessas cidades, tem contribuído para a degradação dos canais de drenagem em diferentes pontos analisados de cada bacia, e, especialmente comparar a intensidade da degradação nas bacias localizadas nas áreas centrais e de expansão urbana.

Para as análises e interpretações da qualidade da água foram trabalhadas as equações de IQA<sup>13</sup>

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Segundo ANA (2021), o índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta, visando seu uso para o abastecimento público após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgoto doméstico. Este índice é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos ( $w$ ), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água conforme representado na tabela 1.

**Tabela 1** - Parâmetros de qualidade da água do IQA e respectivos pesos

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO ( $w$ )
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

**Fonte:** Portal da qualidade das águas – ANA, 2021. Disponível em:  
<https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx>.

<sup>13</sup> The Water Quality Index - WQI foi desenvolvido em 1970 pela National Sanitation Foundation: The Public Health and Safety Organization nos Estados Unidos. No Brasil começou a ser utilizado em 1975 ser pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Desde então este índice tem sido largamente usado para avaliar a qualidade da água baseada em múltiplos parâmetros com pequenas adaptações. Disponível em: <https://www.nsf.org> e <https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx>.



Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido em função de sua concentração ou medida dos parâmetros analisados. A partir desta metodologia de análise da qualidade da água a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB e ANA estabeleceram os valores do IQA em faixas, que variam conforme os estados brasileiros, e sua respectiva avaliação de qualidade da água que vai de ótima a péssima, conforme mostra a tabela 02.

**Tabela 2** - Valores padrão e faixas de avaliação da qualidade da água nos estados

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: Portal da qualidade das águas - ANA, 2021. Disponível em: <https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>.

Para estimar as diretrizes ambientais de qualidade dos corpos d'água, se usará como referência a Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece valores máximos para diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e, enquadra os corpos de água doce em 5 categorias: classe especial, classe 1, 2, 3 e 4. Neste estudo serão tomados para comparações os valores referentes à classe 2.

Na Colômbia a Resolución 2.115/2007 estabelece no seu art. 13 o Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA<sup>14</sup>, que é o instrumento utilizado para cada parâmetro físico-químico e microbiológico de controle da qualidade das águas para o consumo, e delibera os valores permitidos, conforme tabela 3.

<sup>14</sup> Como na Colômbia não há uma agência reguladora nacional de água, fica esta atribuição ao Instituto Nacional de Salud – INS aprovechado para Ministerio de Salud y Protección Social, en cumplimiento del Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias, que establecen el sistema de protección y control del agua para consumo humano a través de Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano – SIVICAP, que permite a todas las Autoridades Sanitarias departamentales, reportar los datos de la vigilancia de la calidad del agua, en función de sus actividades de Inspección, Vigilancia y Control en el país. As resoluciones y decretos regulamentares están a cargo de Viceministerio de agua e Saneamiento Básico aprovechado para Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Fonte: disponível em: <https://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx> e <https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico>.

**Tabela 3** - Pontuação de risco/limite aceitável para cada parâmetro do IRCA

CARACTERÍSTICA	PUNTAJE DE RIESGO
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1.5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al3+)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
SUMATORIA DE PUNTAJES ASIGNADOS	100

**Fonte:** Resolución nº 2.115, 2007.

De modo que, o valor do IRCA é zero (0) pontos, quando atende aos valores aceitáveis para cada parâmetro das características físicas, químicas e microbiológicas referidas nesta Resolução e cem pontos (100) para o maior risco quando não cumpre nenhum deles. O cálculo do índice de risco da qualidade da água para consumo humano – IRCA, foi realizado utilizando as seguintes fórmulas:

**EI IRCA por muestra:**

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

**EI IRCA mensual:**

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{de los IRCA's obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

No que tange a classificação de risco ao consumo humano, se leva em consideração os resultados por amostra e mensal do IRCA nos pontos analisados. A partir desses resultados define-se a classificação do nível de risco da água fornecida para consumo pela prestadora do serviço de abastecimento de água, bem como quais

ações devem ser realizadas junto as autoridades sanitárias competentes quando os índices de potabilidade da água estiverem acima dos níveis de risco estabelecidos para população, conforme descrito no quadro 5.

**Quadro 5** - Classificação do nível de risco ao consumo humano por amostra e mensal do IRCA e ações que devem ser realizadas

Clasificación IRCA (%)	Nivel Riesgo	de IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80.1 -100	Inviabile sanitaria mente	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MADS, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 – 80	Alto	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 – 35	Medio	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora
5.1 – 14	Bajo	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento
0 – 5	Sin riesgo	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

**Fonte:** Resolución nº 2.115, 2007.

Destaca-se, portanto, que os indicadores de qualidade da água estabelecidos tanto pela ANA (2020) no Brasil, como pela Resolução 2.115/2007 na Colômbia, fazem referência para os seguintes parâmetros de qualidade da água: Condutividade Elétrica - CE, Potencial Hidrogeniônico - pH, Oxigênio Dissolvido - OD e Coliformes Termotolerantes, enfatizando, separadamente sua importância nas suas normativas e legislações.

Neste contexto, no quadro 6 fez-se uma descrição da função ambiental e dos possíveis fatores de degradação de cada parâmetro de qualidade da água, utilizados nesta pesquisa, estabelecidos no IQA-ANA (2020) e IRCA-Resolución 2.115 (2007). O intuito deste quadro foi demonstrar como a degradação desses parâmetros, afeta

diretamente na qualidade da água, assim como coloca em evidência o papel das ações antrópicas neste processo.

**Quadro 6** - Descrição da função ambiental e, dos possíveis fatores de degradação impactantes na qualidade da água de cada parâmetro

PARÂMETROS	FUNÇÃO AMBIENTAL	FATORES DE DEGRADAÇÃO
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	<p>Os ambientes aquáticos são habitados por diversos tipos de bactérias heterotróficas, que são importantíssimas, pois oxidam de matérias orgânicas e consomem toda a carga poluidora, que é lançada nestes corpos de água (processo de decomposição), sendo, assim, as principais responsáveis pela autodepuração.</p> <p>Porém, quando corpos hídricos recebem esgotos, passam a conter outros tipos de bactérias relacionadas ao efluente considerado, e que podem ou não causar doenças aos seres humanos.</p>	<p>As bactérias denominadas coliformes totais não são causadoras de doenças; a razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes aspectos: estão presentes nas fezes de animais de sangue quente (inclusive seres humanos), sua presença possui relação direta com o grau de contaminação fecal.</p> <p>Os coliformes fecais também são conhecidos como coliformes termotolerantes, pois toleram temperaturas acima de 40°C e reproduzem-se nesta temperatura em menos de 24 horas. Pelo estudo da concentração dos coliformes nas águas pode-se estabelecer um parâmetro indicador da possível existência de microrganismos patogênicos, que são responsáveis por doenças de veiculação hídrica, tais como a febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera.</p>
<b>Condutividade Elétrica</b>	<p>A condutividade elétrica refere-se à capacidade de uma solução aquosa para conduzir uma corrente elétrica. Considerando-se que esta propriedade depende da concentração de íons, quanto maior a concentração iônica, maior será a capacidade da solução de conduzir a corrente elétrica e vice-versa.</p>	<p>Sua aplicação prática é a indicação do grau de mineralização da água e indicação rápida de variações nas concentrações de minerais dissolvidos.</p>
<b>Fósforo Total</b>	<p>A importância do fósforo nos sistemas biológicos é notória, e deve-se à sua participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos (armazenamento de energia e estruturação da membrana celular). Na maioria dos corpos d'água o fósforo pode ser fator limitador da produtividade e, portanto, é apontado como o principal fator responsável pela eutrofização artificial dos ambientes aquáticos. O fósforo encontra-se na água na forma de fosfato, assim utiliza-se essa denominação para as diferentes formas de fósforo.</p> <p>O fosfato presente na água tem origem em fontes naturais (rochas das bacias de drenagem, material particulado presente na atmosfera e decomposição da matéria orgânica) e artificiais</p>	<p>A dinâmica do fósforo está intimamente ligada aos sedimentos aquáticos, a retenção ou liberação a partir do sedimento estão altamente correlacionadas às condições de oxirredução na interface água-sedimento. O uso agrícola dos solos em pequenas bacias hidrográficas localizadas em regiões de encosta altera as condições ecológicas naturais. A quantidade e as características dos sedimentos carregados em suspensão pelo escoamento superficial são modificadas pela ação antrópica. Uma vez atingindo um ambiente aquático lântico, os sedimentos podem atuar, tanto como dreno, quanto como fonte de fósforo para a água, diminuindo ou potencializando os processos de eutrofização.</p>

(esgotos domésticos e industriais e material particulado de origem industrial contido na atmosfera).

Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.

### **Nitrogênio Total**

De acordo com Esteves<sup>15</sup>(1998), o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Isto se deve principalmente ao fato deste elemento participar da formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. A presença deste elemento em baixas concentrações pode se tornar um fator limitante para a produção primária em ecossistemas aquáticos.

As principais fontes naturais de nitrogênio são o material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio ambiente. O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, sendo as principais o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) entre outros.

Pelo fato de os compostos de nitrogênio serem nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.

As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.

### **Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio ( $\text{O}_2$ ), dentre os gases dissolvidos na água, é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. É um componente essencial para o metabolismo dos organismos aeróbios presentes nos corpos hídricos, sendo indispensável para o equilíbrio das comunidades aquáticas.

O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex: peixes) precisam de oxigênio para respirar.

O oxigênio dissolvido pode sofrer perdas através de diversos processos como a elevação da temperatura da água, consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e a oxidação de íons metálicos.

As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro.

<sup>15</sup> **Fonte:** ESTEVES, Francisco de Assis, 1998, p. 72.

<b>Potencial Hidrogeniônico</b>	<p>O pH é uma medida que determina se a água é ácida ou alcalina, variando de 0 a 14, a partir dos seus valores indica quando uma solução aquosa é ácida (<math>\text{pH} &lt; 7</math>), neutra (<math>\text{pH} = 7</math>) ou alcalina (<math>\text{pH} &gt; 7</math>). Trata-se de um dos parâmetros mais importantes e frequentemente utilizados na análise da água. A influência direta do pH nos ecossistemas aquáticos é exercida por seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. O pH influencia de maneira direta os processos bioquímicos, especialmente as trocas iônicas com o meio extracelular; desta forma, processos de absorção e excreção de substâncias orgânicas e iônicas são diretamente afetados.</p>	<p>Durante o tratamento da água e de efluentes, praticamente todas as fases, como o processo de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção e controle de corrosão dependem dos valores de pH. Os corpos d'água encontrados na natureza em sua maioria possuem valores de pH na faixa de 4 a 9, sendo a maioria ligeiramente básico. Determinadas condições de pH têm efeito indireto e podem contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos.</p>
<b>Sólidos Totais em Suspensão</b>	<p>Os sólidos correspondem a toda matéria que permanece na água como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um período fixado, ou seja, sólidos totais são o resíduo que resta na cápsula após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105°C até alcançar um peso constante.</p> <p>Os sólidos em suspensão são a quantidade de sólidos determinada com a secagem do material retirado por filtração da amostra, através de um filtro de micromalha de 0,45 micrômetros, e é dado em mg/L.</p>	<p>A medição dos sólidos totais é importante para definir as condições ambientais, baseado na premissa de que estes sólidos podem causar danos à vida aquática em geral, como por exemplo, a diminuição da incidência de luz, aumento da sedimentação no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes.</p> <p>Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. A determinação dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos é utilizada nos estudos de controle de poluição das águas naturais, caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais e no controle de sistemas de tratamento de esgotos.</p>
<b>Temperatura da água</b>	<p>A temperatura da água é resultado da radiação solar incidente sobre a água. Exerce grande influência nas atividades biológicas e no crescimento dos organismos; também determina os tipos de organismos que habitam o local, uma vez que estes têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem.</p>	<p>Se este limite for ultrapassado, tanto para mais quanto para menos, os organismos são impactados e espécies mais sensíveis podem até mesmo ser extintas do local.</p> <p>A temperatura influencia a química da água: corpos de água fria tem maior capacidade de reter o oxigênio dissolvido do que a água quente. A temperatura também é a principal responsável por uma das características físicas da água: a densidade. As diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades, formando uma barreira física que impede que se misturem, e quando a energia do vento não é suficiente para misturá-las, o calor não se</p>

distribui uniformemente na coluna d'água, criando assim a estratificação térmica.

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

### **Turbidez**

A turbidez é uma característica física da água decorrente da presença de substâncias em suspensão na coluna d'água, ou seja, é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada ou absorvida e não transmitida em linha reta através da amostra. É a medida de redução da transparência. A turbidez na água é causada por materiais em suspensão, como por exemplo, argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos.

O tamanho das partículas em suspensão varia dependendo do grau de turbulência do ambiente. A presença destas partículas provoca a dispersão e absorção da luz, deixando a água com aparência turva. A transparência de um corpo d'água natural é um dos principais determinantes da sua condição e produtividade.

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água.

Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

**Fontes:** Adaptado da apostila do Curso de capacitação - Monitoramento e Qualidade da Água de Rios e Reservatórios – Unidade 03, disponibilizado pela ANA online sem tutoria realizado pelo autor no ano de 2020. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/index.php/inscricoes> e Portal da Qualidade das Águas – ANA, 2022. Disponível em: <https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>.



A caracterização da geomorfologia do relevo é fundamental para definir critérios de fragilidade/vulnerabilidade natural do ambiente, assim como possibilita estabelecer normativas específicas de uso e ocupação, a fim de mitigar os possíveis impactos socioambientais oriundos da ação antrópica. Neste contexto, segundo Goes et al. (2018, p. 168-169) discorre:

“...a Geomorfologia vem contribuir direta e significativamente na definição, avaliação e análise das inúmeras questões ambientais, traduzidas por áreas de risco ou problemáticas, áreas que dispõem ainda de recursos potenciais, além de outras áreas que necessitam ser diagnosticadas e prognosticadas. São exemplos as áreas propícias a urbanização, ou com estimativas de impactos ambientais negativos, áreas que apresentam incongruências de uso, como o exemplo dos loteamentos, e também com potenciais conflitantes, no caso do ecoturismo e a expansão urbana...”

Segundo Florenzano (2008), as imagens obtidas por sensoriamento remoto são identificadas com base nos elementos de interpretação: tonalidade, cor, textura (impressão de rugosidade), tamanho, forma, sombra, altura, padrão (arranjo espacial de objetos), localização e contexto, pois, as formas irregulares são indicadores de objetos naturais, enquanto formas geométricas indicam objetos construídos pelo homem.

A formatação da estrutura do banco de dados vetoriais das bacias delimitadas neste trabalho ocorreu pela obtenção de dados secundários no DANE, Diva-GIS, Geofabrik, IBGE, IDEAM, MADS, Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Ministério dos Transportes e ANA.

Os dados vetoriais utilizados do Brasil e da Colômbia foram no formato shapefile<sup>16</sup> dos limites territoriais dos países, estados, municípios, áreas rurais e urbanas, arruamento, vegetação, hidrografia, rede de drenagem, relevo e curvas de nível. Esses dados permitiram, junto aos pontos de controle obtidos em campo com o uso do equipamento Global Positioning System – GPS a delimitação das áreas analisadas.

---

<sup>16</sup> O shapefile é um formato de armazenamento de dados de vetor do Environmental Systems Research Institute - ESRI para armazenar a posição, a forma e os atributos de feições geográficas. É armazenado como um conjunto de arquivos relacionados e contém uma classe de feição. Esse conjunto de arquivos contém quatro arquivos que possuem o mesmo nome, mas com extensões diferentes, sendo: (.shp) – possui as informações geométricas; (.dxf) – é a tabela de atributos; (.prj) – contém as informações dos sistemas de referência cartográfica e geodésica e (.shx) – executa a conexão entre os demais arquivos. Disponível em: <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecorearchive/Files/Pdfs/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

As imagens orbitais foram adquiridas a partir das plataformas digitais dos bancos de imagens disponíveis no Google Earth Pro, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/Departamento de Processamento de Imagem – DPI/Catálogo de imagens, Copernicus, RemotePixel e United States of Geological Survey – USGS/EarthExplorer. Para georreferenciar as imagens obtidas, utilizou-se GPS modelo Garmin MAP64s e, a base cartográfica em Computer Aided Design – AutoCAD da rede de drenagem urbana dos municípios de Tabatinga e Letícia. Em face ao exposto, no quadro 7 está a descrição dos satélites, tipo de sensor, resolução geométrica e data de aquisição das imagens utilizadas.

**Quadro 7** - Descrição das características das imagens utilizadas

Satélite	Sensor	Resolução Espacial	Bandas	Data de aquisição
LandSat 5	TM	30 metros	3, 4, 7	05/02/2002
LandSat 5	TM	30 metros	3, 4, 7	14/03/2004
LandSat 5	TM	30 metros	3, 4, 7	24/06/2006
LandSat 5	TM	30 metros	3, 4, 7	03/10/2008
LandSat 5	TM	30 metros	3, 4, 7	21/07/2010
LandSat 7	ETM+	30 metros	3, 4, 7	08/01/2012
LandSat 8	OLI	30 metros	4, 6, 7	01/08/2014
LandSat 8	OLI/TIRS	30 metros	4, 6, 7	27/01/2016
LandSat 8	OLI/TIRS	30 metros	4, 6, 7	29/09/2018
LandSat 8	OLI/TIRS	30 metros	4, 6, 7	16/01/2020
LandSat 8	OLI/TIRS	30 metros	4, 6, 7	23/08/2022

**Fonte:** Adaptado pelo autor do USGS/EarthExplorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Para identificar a hidrografia foi utilizado o Modelo Digital de Elevação – MDE fornecido pelo USGS/EarthExplorer com resolução espacial de 30 metros. Como a escala de análise do trabalho requereu maior detalhe das feições naturais e artificiais dos objetos, fez-se, também, a digitalização manual (supervisionada) no Software Desktop QGIS 3.4 com base nas imagens disponíveis do Google Earth Pro do local.

De acordo com Vargas Cuervo (2015) a interpretação de sensores remotos para pesquisas em geomorfologia, por meio de imagens digitais e modelos digitais do terreno deve-se levar em consideração os parâmetros, que permitam obter uma maior visão, contraste e precisão cartográfica. Dentre tais características segundo este autor (p. 49) se destaca:

- ✚ La facilidad cartográfica mediante procesos de georreferenciación de imágenes;
- ✚ La capacidade de visión sinóptica de um lugar o espacio geográfico;
- ✚ La visión del mismo espacio, em múltiplas bandas o rangos espectrales, mostrando características diferentes;
- ✚ La capacidad de visualización de las bandas espectrales em modos diferentes, pancromáticos o falso colo por la unión de três bandas em um sistema RGB;
- ✚ La capacidad de combinar diferentes sensores (radar, óptico etc.) em un mismo plano de visualización;
- ✚ La obtención de diferentes productos imagen mediante procesos digitales de álgebra de bandas (componentes principales de correlación etc.);
- ✚ La capacidad de mejorar la resolución espacial mediante la combinación de diferentes sensores de diversa resolución;
- ✚ La obtención de múltiples vistas estereoscópicas y en 3D;
- ✚ La facilidad en el seguimiento de um elemento o geoforma en tiempo y espacio (morfodinámica).

O intuito da obtenção das imagens foi identificar temporalmente o processo de expansão urbana das cidades de Tabatinga e Letícia no período de 2002 a 2022. O geoprocessamento das imagens obtidas pode fornecer a partir das características naturais e artificiais dos objetos como vegetação, rios, residências e ruas as transformações ocorridas nas cidades.

Conforme Goes et al. (2018), as feições geomorfológicas devem ser analisadas detalhadamente para fins ambientais, pois torna-se fundamental considerá-las por setores e integrada a geoparâmetros<sup>17</sup> específicos como forma, composição, processos atuantes e macroeventos controladores, destacando os tipos, a distribuição

---

<sup>17</sup> Para a análise das feições geomorfológicas foram definidos segundo Goes (2018, p.171-172) quatro geoparâmetros: **forma** – identificação da morfologia e morfometria (geometria) da feição geomorfológica; **composição** – tipo e análise da constituição litológica, pedológica e cobertura superficial do terreno; **processos** – identificação e análise de geoindicadores que traduzam a geodinâmica espaço-temporal mais recente, como os processos intempéricos, pedogenéticos, morfogenéticos e antrópicos; **macroeventos** – identificação e análise de geoindicadores que traduzem a gênese e evolução das feições, desde o seu estágio conceutivo, passando pelo seu desenvolvimento, até a sua primeira definição morfológica.

e o comportamento espaço-temporal das feições. Além disso, para situá-la no contexto ambiental, deve-se analisar seu contexto por meio dos cenários atual, pretérito e tendencial.

Segundo esta autora a ocupação do solo é um geoparâmetro, que representa as mudanças na cobertura vegetal e a dinâmica dos multiusos do solo principalmente nas áreas urbanas, pois, os critérios de uso do solo surgem para simular as condições concernentes à vulnerabilidade da paisagem urbana a problemas de risco como enchentes e movimentos de massa, assim como conservar suas áreas de proteção ambiental (reservas) e seus ainda existentes recursos potenciais (mananciais hídricos).

Neste contexto, a disponibilidade das bases vetoriais e espaciais obtidas junto aos levantamentos de campo, nortearam a construção do banco de dados com as formas de ocupação e uso preponderante das bacias, associados às fontes de informações primárias e secundárias das cidades. Posteriormente, esses dados foram analisados para identificar a formação espaço-territorial das bacias urbanas para entender como o crescimento da malha urbana *a priori*, tem interferido na degradação socioambiental dessas áreas.

Segundo Christofolletti (1999, p. 29), “o uso do termo sistema significa a existência de um conjunto de elementos interatuantes, formando uma unidade complexa”. Se esse conjunto de elementos forem usados isoladamente em softwares, será considerado somente como códigos computacionais irrelevantes.

Consoante este autor, para os programas funcionarem, é importante equipamentos adequados, de informações (banco de dados), e a presença de usuários que tenham uma base teórica dos elementos inseridos, que fazem parte do Sistema de Informação Geográfica. Diante disso, Christofolletti (1999, p. 29) descreve três conceitos básicos que devem ser ajuizados.

“... o significado do termo *geográfica* refere-se à qualidade de que as informações se encontram *espacialmente distribuídas*...os dados e informações referem-se a uma determinada unidade espacial de mensuração (ponto, área ou volume) que deve ser localizada, assumem a característica de serem *georreferenciadas*. Por essa razão, compreende-se que os sistemas são de informações a respeito de dados unidades espacialmente distribuídas, focalizando os fenômenos ocorrentes na superfície terrestre e os seus atributos.”

Neste interim, Moura (2014) salienta que o uso dos Sistemas Geográficos de Informação – SGI, tem-se caracterizado como ferramenta de apoio ao planejamento urbano, uma vez que permite integrar características naturais e dados socioeconômicos de modo quantitativo, assim como em análises qualitativas quando estas já foram estabelecidas por critérios e, características pré-definidos na escala de análise do trabalho.

Segundo esta autora um dos principais aportes metodológicos do geoprocessamento para a pesquisa em geografia, foi a possibilidade de inserir diversos procedimentos análise, pois quando executados somente em termos teóricos, demonstravam ser bem complicadas suas formas de representação.

Para Goes et al. (2018), o uso do geoprocessamento é uma ferramenta essencial nas análises de questões ambientais, seja no georreferenciamento dos mapas temáticos, construção das bases de dados ou como instrumento básico para maior eficácia no planejamento “ambiental/territorial”, cujos efeitos diagnósticos e prognósticos podem somar, significativamente nos planos de intervenção dos agentes públicos na gestão territorial.

Diante disso, foi utilizado o programa gratuito de geoprocessamento QGIS 3.4 para analisar os dados orbitais disponíveis nas bases de dados com melhor resolução espacial, e, posteriormente identificar as áreas que foram ocupadas temporalmente das bacias no período analisado. Consolidadas essas informações junto à construção do banco de dados, foram analisados e estruturados os dados da pesquisa para confecção dos mapas temáticos.

Deste modo, utilizou-se os dados vetoriais e as imagens orbitais disponíveis nas plataformas digitais por meio do geoprocessamento para identificar na escala temporal definida, como as áreas de proteção ambiental nas bacias urbanas analisadas foram sendo ocupadas e/ou degradadas a partir da redução contínua das feições naturais e, aumento da ocupação humana nos últimos 20 anos.

Sendo assim, o desenho metodológico desta pesquisa teve como intuito utilizar as bacias hidrográficas urbanas das cidades de Tabatinga e Leticia, na perspectiva de construir uma proposta que interrelacione os diversos agentes sociais, econômicos e institucionais, que interferem de forma positiva e/ou negativa na gestão territorial das águas nesta região de fronteira amazônica do Brasil e Colômbia.

# CAPÍTULO 1

## ÁGUA EM CONTEXTO NO MUNDO E NO BRASIL: PERSPECTIVAS PARA O SÉCULO XXI

A pressão demográfica aumenta a demanda por recursos naturais, dentre os quais a água, que é sem sombra de dúvidas, o que mais se destaca. Assim, grande parte do mundo sofre com a pressão e tendência significativa da escassez e boa qualidade da água. Essa situação tende a piorar à medida em que as populações globais, as economias e as taxas de consumo continuam a crescer (ONU, 2017)<sup>18</sup>. Além disso, há evidências de alterações no sistema global (ciclo) da água de forma significativa, sem o conhecimento adequado de seu funcionamento e de como ele responde às mudanças (Global Water Partnership - GWP, 2012). Esse crescimento populacional e a concentração de pessoas no espaço urbano, sob a ausência de planejamento, têm contribuído de forma direta para o aumento dos impactos negativos no ambiente.

Os graves problemas de infraestrutura e saneamento básico nas cidades da América Latina, associados à ocupação de áreas de risco natural consistem nos principais indutores de impactos socioambientais em áreas urbanas. A ausente ou ineficiente infraestrutura resulta no despejo direto das águas residuais sem tratamento nos rios urbanos, o que tem acarretado a poluição, e, conseqüentemente as doenças de veiculação hídrica, assim como a má qualidade da água utilizada pela população.

### **1.1 Urbanização, Impactos Ambientais, Conflitos e Perspectivas da Gestão dos Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas no mundo**

Desde os primórdios da humanidade a água é um recurso fundamental para o desenvolvimento das sociedades. Entretanto, desde o início do século XXI os conflitos pelos diversos usos da água para indústria, residencial, consumo humano, agricultura, geração de energia, dentre outros têm sido explicitados, sejam eles conflitos internos

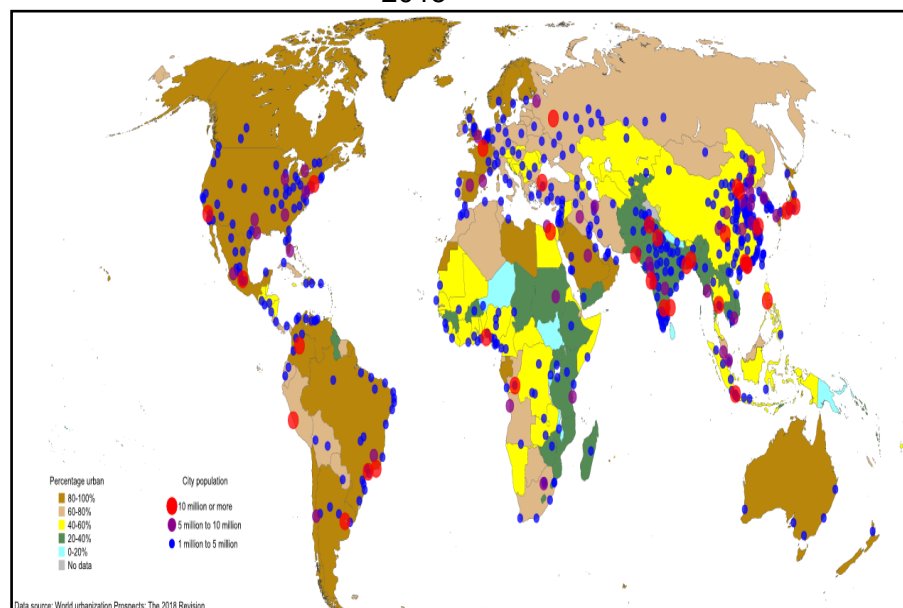
---

<sup>18</sup> United Nations News: Perspectiva Global Reportagens Humanas publicada no ano de 2017 revela que 2,2 bilhões de pessoas não têm água potável em casa. Disponível em: <https://www.un.org/en/global-issues/water>. Acesso em: 17/08/2020.

nos países ou entre países. As atividades humanas desde a primeira revolução industrial na segunda metade século XVIII tem modificado, significativamente a paisagem natural das cidades. Segundo dados do Relatório Perspectivas mundiais de urbanização das Nações Unidas (2019) em 2018 são, aproximadamente 55% da população mundial vivendo em cidades e, até 2050 a estimativa é que sejam cerca de 68%.

Esse processo de urbanização ocorre de forma diferente nas regiões geográficas do mundo. Ainda segundo o Relatório das Nações Unidas as regiões com maiores contingentes populacionais que vivem em assentamentos urbanos, são na América do Norte com 82%, América Latina e Caribe com 81%, Europa com 74%, Oceania com 68% e Ásia com 50%. Vale destacar que o continente Africano é o único que a população rural com 57% é maior que a população urbana, que tem 43 %, conforme figura 3.

**Figura 3** - Aglomerações urbanas e percentuais por classe de tamanho da população em 2018



**Fonte:** Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais - Nações Unidas, 2019.

O crescimento da população e os problemas da urbanização têm se tornado cada vez mais preocupantes quanto ao gerenciamento das águas. Segundo Nguyen et al. (2020), o gerenciamento das águas urbanas, atualmente são desarticulados entre si, e não tem capacidade efetiva de ser eficiente, principalmente no que diz respeito ao processo de urbanização e as mudanças climáticas vigentes.

Um dos fatores que está diretamente ligado aos impactos ambientais nas áreas urbanas, é a ineficiente ou ausente infraestrutura de saneamento básico, que não acompanha o crescimento das cidades. Além disso, a ocupação de áreas frágeis, naturalmente como as margens dos canais de drenagem ou de encostas acentua esses impactos.

Esse conjunto de fatores tem acarretado a degradação dos recursos naturais, e a água é um dos que mais tem sido negligenciado, seja pela ausência de conhecimento de sua importância nas diversas atividades de uso e produtivas, assim como por sua abundância em algumas regiões do mundo. Neste sentido, a quantidade e qualidade da água devem ser analisadas de forma distinta.

O processo de ocupação e uso das áreas urbanas sem a infraestrutura de saneamento básico para tratamento dos resíduos sólidos e das águas residuais das indústrias, agricultura e residencial tem impactado diretamente na qualidade da água.

Murphy e Sprague (2018) realizaram um estudo de coleta e análise de 15 parâmetros de qualidade da água, em 370 pontos por diversas bacias hidrográficas localizadas nos Estados Unidos no período de 1982 a 2012, a fim de verificar quais fatores mais contribuíam para degradação da água. Os resultados dessa pesquisa, segundo os autores identificaram que o planejamento adequado das bacias por meio de parâmetros e análises locais específicas, tem mais influência na degradação das bacias analisadas do que as mudanças no fluxo e descarga de sedimentos nos canais de drenagem.

A implantação de infraestrutura urbana para construção de vias públicas, moradias e centros comerciais tem modificado a rede hidrográfica e o fluxo dos rios, drasticamente. Essas intervenções têm acentuado os processos de erosão, como assoreamento dos canais de drenagem, reduzindo, significativamente sua vazão e volume.

Os riscos de inundação segundo Bakker e Duncan (2017) são os tipos de desastres mais atuantes e danosos nas áreas urbanas no planeta. Esse processo afeta a vida de aproximadamente 21 milhões de pessoas por ano, causando gastos para os governos na ordem de US\$ 521 bilhões. Com a previsão de aumento das temperaturas de 1°C até 2°C graus celsius para as próximas décadas as inundações podem se intensificar, principalmente nas cidades.



Riu e Donado (2015) salientam que os cursos de rio retificados são propensos às inundações instantâneas. Através da análise crítica do planejamento urbano realizado na cidade Terrassa na Espanha, desde a década de cinquenta até o presente, mostrou que a evolução urbana nos rios Riera del Palau e Riera de les Arenes, modificou completamente o padrão de drenagem desses rios, mesmo que esses sejam perenes ao longo do ano.

Esses impactos negativos têm afetado diretamente a saúde da população, especialmente aquelas que vivem nas APP ou áreas naturalmente vulneráveis das cidades. Segundo Alievi (2017), a degradação do ambiente natural em muitos lugares do planeta tem reduzido a qualidade de vida; doenças como diarreia e infecções respiratórias afligem 25% da população. Essas doenças poderiam ser atenuadas com o gerenciamento adequado dos resíduos produzidos pelas atividades humanas lançados no ambiente.

Diante de tais problemas, a gestão adequada dos recursos naturais se torna cada vez mais desafiadora no cenário contemporâneo. Existem vários interesses envolvidos implicitamente como interesses econômicos e as políticas públicas adotadas na escala global, regional e local. Essas relações, muitas vezes convergentes ou divergentes, se explicita na superfície terrestre de forma positiva, quando a gestão do ambiente natural é mantida em equilíbrio ou negativa quando há degradação.

Neste contexto, Diamantini et al. (2018) analisa as complexas relações entre os pontos difusos de poluição e os parâmetros de qualidade da água nas bacias dos rios Adige, Ebro e Sava, que englobam oito países da Europa com características naturais, sociais e econômicas distintas. Os autores do estudo analisaram, que para caracterizar essas relações, é preciso compreender as bacias hidrográficas como unidades de planejamento, que fornecem uma visão sistêmica dos impactos associado ao conhecimento profundo da realidade local.

A relação sociedade-natureza sempre foi desafiadora, pois a construção do espaço geográfico é uma criação humana para adaptação do homem no ambiente. Ao longo do tempo essa ocupação não se deu sem conflitos, pois no primeiro momento havia disponibilidade dos recursos naturais para o desenvolvimento das sociedades. Hoje, devido ao grande contingente populacional na terra, interesses difusos da

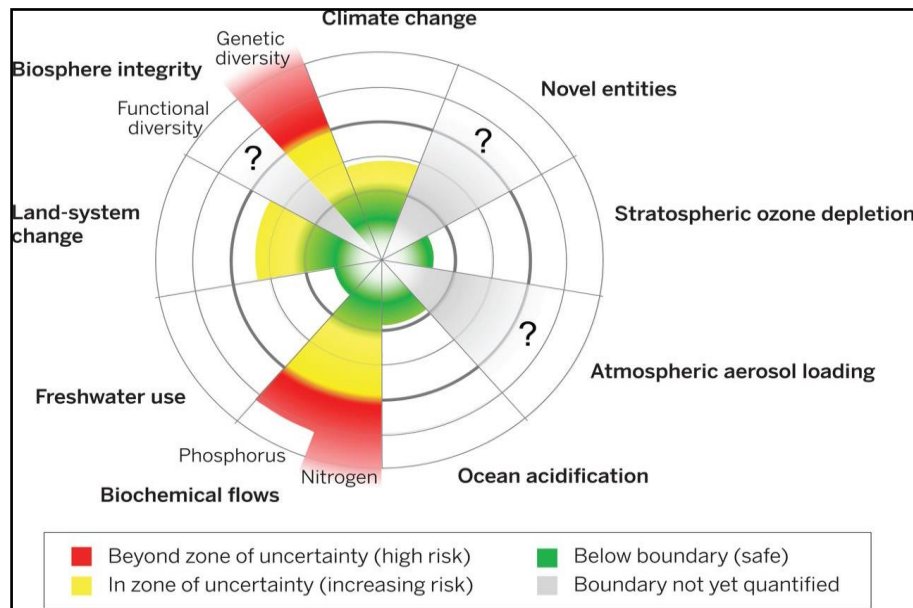
sociedade e/ou econômicos versus a sustentabilidade do ambiente, tem acirrado esses conflitos.

As mudanças na natureza são tão marcantes com a presença da espécie humana, que desde os anos 1980 surge entre os cientistas, a concepção de que estamos vivendo uma nova era geológica, a era do Antropoceno, onde o homem é o principal agente modelador da superfície terrestre (ARTAXO, 2014). Não há ainda convergência sobre o tema entre os pesquisadores, mas sabe-se que as mudanças, desde então no ambiente natural, têm se agravado de forma acentuada nas últimas décadas.

Neste sentido, a utilização dos recursos naturais em detrimento das atividades ou necessidades humanas, poderá, a médio e longo prazo, chegar ao limite. Estudos apontam, conforme Artaxo (2014), nove parâmetros relevantes como indicadores de sustentabilidade ambiental global para manutenção das condições ambientais atuais da terra e, conseqüentemente dos recursos naturais existentes, conforme mostra a figura 4.

Os resultados desta análise indicam, que a integridade da biosfera (diversidade genética) se encontra na zona de risco crítico, e as mudanças climáticas na zona de incerteza. Destes, três parâmetros ainda não podem ser medidos, por não haver mecanismos disponíveis para quantificá-los. Os demais parâmetros encontram-se dentro dos limites estabelecidos, conforme metodologia adotada para a manutenção da sustentabilidade do planeta. A sustentação de todos os parâmetros é fundamental, pois, se esses limites forem ultrapassados, pode-se alterar as condições atuais da atmosfera terrestre. Essas mudanças podem acentuar a escassez de recursos naturais disponíveis, hoje essenciais para a sobrevivência da espécie humana.

**Figura 4** - Limites planetários - um espaço operacional seguro para a humanidade



Estimativa da posição atual dos limites planetários desde a época pré-industrial até a atualidade. A zona verde é o espaço operacional seguro, o amarelo representa a zona de incerteza (risco crescente), e o vermelho é uma zona de alto risco. Processos para os quais as fronteiras globais ainda não podem ser quantificadas são representados pelas cores **cinzas**; estes são o carregamento de aerossol atmosférico, entidades novas e o papel funcional da integridade da biosfera.

**Fonte:** Steffen et al. (2015).

Conforme Steffen (2015), uma questão importante a se considerar, são como as mudanças na superfície terrestre na escala local de uso dos recursos naturais, podem irradiar espacialmente as transições planetárias, a redução do equilíbrio atual do ecossistema terrestre. Além disso, as mudanças climáticas e a integridade da biósfera são fenômenos estritamente interligados, que estão conectados a todos os outros parâmetros de manutenção dos limites planetários para manutenção da sustentabilidade.

Sendo assim, este autor define o conceito de sistema climático como:

[...]é uma manifestação de quantidade, distribuição e equilíbrio líquido de energia na superfície da Terra. A quantidade total de energia define as condições gerais para a vida. No clima atual da terra, uma série de temperaturas globais da superfície e pressões atmosféricas permite que as três fases da água estejam presentes simultaneamente, com gelo e vapor de água desempenhando papéis críticos nos feedbacks físicos dos sistemas climáticos. A distribuição de energia por latitude, sobre as superfícies terrestres e marítimas, e dentro do oceano desempenha papel importante na circulação dos dois grandes fluidos, o oceano e a atmosfera. Essas características físicas sistêmicas são determinantes espaciais fundamentais de distribuição da biota e da estrutura e funcionamento dos ecossistemas. (STEFFEN et al., 2015, p. 9).

Ainda segundo este autor, o funcionamento estável do sistema terrestre perpassa, também, pelo cumprimento de metas estabelecidas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS/ONU<sup>19</sup>, para que as necessidades humanas básicas de toda população mundial tenha acesso equitativo ao fornecimento de água tratada, energia limpa e alimentos, adequadamente. Todavia, essa perspectiva no contexto social ainda não se articula de modo claro dentro do espaço institucional nos países como parâmetro na busca pela sustentabilidade ambiental.

Embora a pesquisa apresentada acima não indique parâmetros críticos para uso da água doce, algumas regiões do mundo já sofrem com escassez da água para suas diversas atividades usuais. De modo geral, a escassez está vinculada as características físico-naturais da região ou país, no que tange a disponibilidade. Por outro lado, a qualidade está atrelada a gestão e planejamento adotado pelos países, estados e municípios para mitigar a degradação dos recursos hídricos diante das demandas cada vez mais crescentes da sociedade.

Segundo Huang et al. (2021), em estudo realizado para verificar os padrões de mudança espacial e temporal das condições globais de escassez da água de 1971-2010, as regiões da terra que apresentaram menor disponibilidade de água no mundo, estão localizadas em áreas áridas ou desertos, como no oeste dos Estados Unidos, no México, na costa oeste da América do Sul, na África Subsaariana, Paquistão, Oriente Médio e Ásia Central. Nas áreas onde as demandas são maiores do que as reservas disponíveis de uso da água, devido à alta densidade demográfica e/ou produção agrícola estão as planícies altas dos Estados Unidos, Índia e o norte da China.

Ainda conforme esta pesquisa, cerca de 34,55% da população mundial sofreu algum tipo de escassez hídrica de 1971-2010. As áreas que apresentaram uma elevada quantidade de pessoas afetadas pela escassez foram Oriente Médio com 60,7%, Sul da Ásia (47,3%), Norte da África (45,1%), Ásia Central (41,6%) e América do Norte (40,6%). No entanto, quando analisados quais setores da sociedade como agricultura, industrial e doméstico, que mais influenciaram na escassez da água devido aos diversos usos da água nas regiões afetadas, houve diferentes resultados na escala global e regional.

---

<sup>19</sup> United Nations news: Perspectivas globais reportagens humanas de 22/04/2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/04/1786742>. Acesso em: 27/04/2022.

Na escala global o setor que mais contribuiu foi o agrícola com 38,16%, em seguida o doméstico 38,14% e industrial com 23,7%. Todavia, na escala regional esses resultados foram atrelados a situação econômica e o estágio de desenvolvimento de cada região e/ou país. Neste contexto, até regiões que não apareceram anteriormente como a América do Sul, vêm sofrendo algum tipo de escassez hídrica.

Nas regiões pobres ou em desenvolvimento em geral os maiores setores da sociedade que demandam água são para uso doméstico e industrial como África Oriental, Norte da África, Sul da Ásia, Sudeste Asiático e Oriente Médio. Conforme Huang et al. (2021), na Oceania, América do Sul e Ásia Central pelo seu grande contingente populacional o setor doméstico foi o que mais teve influência na retirada da água, e redução quanto a sua disponibilidade. No entanto, nas regiões da América do Norte, Europa Central, Europa Ocidental e Europa Oriental os países têm reduzido o uso da água no setor industrial, o que tem mitigado os impactos da retirada da água para outros setores.

Desta maneira, o crescimento da população mundial e as mudanças climáticas neste século constituíram um dos principais desafios para a gestão sustentável dos recursos naturais existentes, junto as demandas de produção cada vez mais crescentes da sociedade. A escassez de água quanto a sua disponibilidade já é uma realidade em diversos países, e sua qualidade vem se deteriorando numa escala sem precedentes.

Atualmente, segundo Gao et al. (2021), as grandes redes hidrográficas do mundo cruzam diferentes países em seu percurso para um afluente ou mais rio abaixo. As atividades econômicas nos rios a montante influenciam, diretamente na quantidade e qualidade da água a jusante nos rios fronteiraços dos países. Caso esse compartilhamento se dê de forma negativa, ou seja, a água perca seu volume ou qualidade, poderá acarretar conflitos entre os países que partilham esses rios.

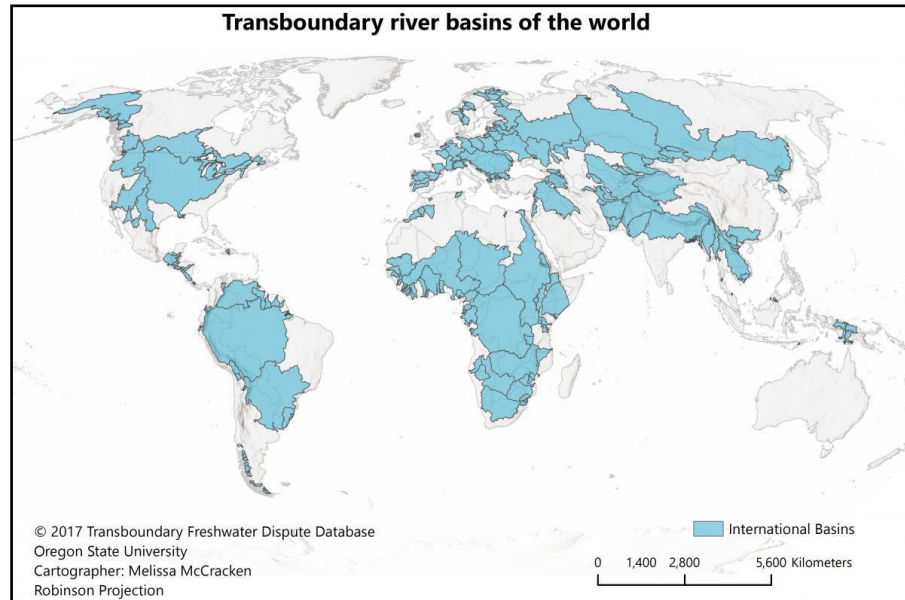
Ainda conforme esse autor há, aproximadamente 310 bacias hidrográficas transfronteiriças - BHT<sup>20</sup>, como mostra a figura 5; elas cobrem cerca de 47% da superfície terrestre, e concentram aproximadamente 52% da população mundial. Esta

---

<sup>20</sup> Transboundary Freshwater Dispute Database – TFDD, banco de dados atualizado no ano de 2018. Disponível em: <https://transboundarywaters.science.oregonstate.edu/content/data-and-datasets>. Acesso em: 18/03/2022.

unidade hidrográfica tem um importante papel para a manutenção do equilíbrio natural, assim como para o desenvolvimento das atividades sociais e econômicas.

**Figura 5** - Bacias hidrográficas transfronteiriças no mundo



**Fonte:** Product of the Transboundary Freshwater Dispute Database, College of Earth, Ocean, and Atmospheric Sciences, Oregon State University, 2018.

As demandas cada vez mais crescentes da sociedade pelo uso da água em detrimento deste recurso cada vez mais escasso tem fomentado conflitos entre os países, que tem seus rios compartilhados. Diante de tal fato, a gestão dos recursos hídricos internacionais por meio das bacias hidrográficas torna-se uma importante unidade de planejamento territorial das águas para gestão ambiental nos países transfronteiriços.

Notadamente, os países que se localizam na Ásia central e na Europa, já apresentam reservas hídricas mais baixas em relação a outras regiões do mundo como América central e do Sul. As consequências segundo as análises, Gao et al. (2021) salientam que a escassez de água nas bacias hidrográficas transfronteiriças, será intensificada pelas mudanças climáticas, superando as ações antrópicas no futuro.

Na América do Sul as reservas de água previstas até 2050 estão, quanto a escassez deste recurso, moderadas e leves se levar-se em consideração o crescimento da população, atividades econômicas e mudanças climáticas. Todavia, quando se delinea para escala regional e local as demandas por disponibilidade e qualidade da água, vêm sendo impactadas pela gestão dos recursos hídricos

compartilhada dos países, assim como internamente pela ausência de infraestrutura de saneamento para tratamento das águas residuais.

Outro fator que pode desencadear conflitos, é a vulnerabilidade institucional da governança da água na gestão dos recursos hídricos transfronteiriços. Segundo Bakker e Duncan (2017), bacias hidrográficas proeminentes sem capacidade de gerenciamento da água em detrimento as demandas da sociedade e fiscalização na América do Sul, são as bacias do Orinoco e Essequibo, e nos altiplanos andinos as bacias Amazônica e o lago Titicaca-Poopó. Neste sentido, tratar-se-á no próximo item algumas tratativas adotadas pelos países, no que diz respeito a gestão das águas quanto a mitigação dos impactos e planejamento dos recursos hídricos no presente e futuro diante as demandas dos recursos hídricos.

## **1.2 Ações Adotadas pelos países ou blocos regionais frente aos conflitos de uso e escassez na Gestão das Águas Nacionais e Internacionais**

Uma parcela significativa dos países na atualidade já sofre de alguma forma com escassez de água, seja pela sua disponibilidade, seja por sua qualidade, assim como por processos de inundação e secas cada vez mais frequentes. Algumas iniciativas vêm sendo adotadas frente aos desafios, que se apresentam no que diz respeito a gestão, gerenciamento e planejamento das águas. Essas iniciativas surgem, principalmente quando o problema já está instalado ou as demandas da sociedade estão acima da disponibilidade.

Os países que fazem parte da União Europeia - UE, diante deste cenário aprovaram no Parlamento Europeu e no Conselho da UE a Diretiva 2000/60/CE, que estabelece um quadro de ação comunitária para a política das águas. Segundo D'Isep (2010) é um avanço para a política de gestão de água de alguns países, que fazem parte da UE<sup>21</sup>, principalmente no âmbito regional de ações de gerenciamento e planejamento compartilhado entre os Estados-membros. Destaca-se aqui alguns princípios básicos da política sustentável e instrumentos da água na Diretiva 2000/60/CE:

---

<sup>21</sup> Segundo D'Isep (2010, p. 106) no caso da França que já adota a Lei das águas desde 1964 muitas dessas determinações já estão em vigência.

- ✚ Considerando 1: “[...] a água não é um produto comercial como um produto qualquer, mas um patrimônio que deve ser protegido, defendido e tratado como tal”;
- ✚ Art. 3: A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade de gestão da política das águas e, para tanto, os Estados-membros devem identificar as bacias hidrográficas e designar as respectivas autoridades administrativas para aplicação da lei. As bacias que abrangem mais de um país são integradas em região hidrográfica internacional;
- ✚ Considerando 3: Os planos hidrográficos são de gestão integrada, flexíveis, porém, monitorados. É prevista a adoção de programas e medidas que sejam ajustadas as condições existentes, em nível regional e local, uma vez que as decisões devem ser tomadas o mais perto possível de onde se utiliza e afeta a água. Além disso, foi aprovada recentemente a Diretiva 2000/2184<sup>22</sup> em 16 de Dezembro de 2000, relativa a qualidade da água destinada para consumo humano, que inclui novos parâmetros físico-químicos e microbiológicos até então não inseridos em diretivas anteriores, frente as demandas e impactos hídricos que se apresentam atualmente.

Na Ásia, segundo Bakker e Duncan (2017) há 64 bacias hidrográficas, destas 32 possuem tratados de cooperação institucional quanto as mudanças de uso e ocupação da sociedade, onde se destacam as bacias do Ganges com 17, Mar de Aral (12), Tigre (11), Jordânica (11) e Mekong (10) e 32 não possuem. Dentre os que possuem tratados, dois incluem os extremos climáticos e têm medidas de contenção para inundações: o Tratado do Mekong e o Tratado de Paz entre Israel e a Jordânia.

O rio Ganges nasce na cadeia de montanhas do Himalaia em território Chinês, é a maior rede hidrográfica da Índia com uma extensão de 1.086.000 km<sup>2</sup>, que corresponde a 26% das terras imersas do país. A população que vive nesta área é de aproximadamente 448,3 milhões de habitantes, ou seja, 43% da população do país (MISSÃO NACIONAL PARA O GANGES LIMPO, 2015). Atualmente é um dos rios mais

---

<sup>22</sup> DIRETIVA (UE) 2000/2184 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 16 de dezembro de 2000 relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. Disponível em: <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/7e65c36f-44c0-11eb-b59f-01aa75ed71a1/language-pt/format-PDF/source-256461189>. Acesso em: 10/01/2022.



poluídos do mundo, devido a ausência de infraestrutura sanitária para tratamento das águas, além das questões culturais históricas em relação aos usos da água pelos moradores.

No ano de 2015 o Banco Mundial – BID disponibilizou, junto a Autoridade Nacional da Bacia do Rio Ganges – NGRBA/Ministério Jal Shakti<sup>23</sup> um bilhão de dolares para execução do Projeto Nacional da Bacia do Rio Ganges para revitalização da bacia hidrográfica do Ganges junto ao Departamento de Recursos Hídricos, Desenvolvimento fluvial e Rejuvenescimento, dentre outras instituições estaduais e municipais do governo da Índia. Dois componentes principais foram estabelecidos neste projeto, sendo:

- ✚ Componente 1: Desenvolvimento institucional que inclui a operacionalização de instituições em nível central e estadual; um programa de comunicação e engajamento de partes interessadas; monitoramento da qualidade da água; e assistência técnica para prestadores de serviços municipais e reguladores ambientais;
- ✚ Componente 2: Investimentos em infraestrutura em quatro setores: coleta e tratamento de águas residuais, controle da poluição industrial, gestão de resíduos sólidos e desenvolvimento social.

Estimativas indicam que até 2050 no continente africano cerca de 250 milhões de pessoas sofrerão alto estresse hídrico. Conforme Bakker e Duncan (2017), das 107 bacias que compõem o continente, metade não possui qualquer tratado de cooperação sobre suas águas compartilhadas com seus países vizinhos. Outros fatores como crescimento da população, urbanização precária, mudanças climáticas e governança dos recursos naturais vêm agravar essa situação.

Algumas iniciativas pontuais vêm sendo realizadas para mitigar esse panorama. Segundo Filho et al. (2021) destaca, que o tratamento das águas urbanas residuais por osmose reversa<sup>24</sup> na cidade de Windhoek capital da Namíbia e, na Cidade do Cabo

---

<sup>23</sup> National Mission for Clean Ganga. Disponível em: <https://nmcg.nic.in>. Acesso em: 02/02/2022.

<sup>24</sup> A osmose reversa é um método usado para separar uma alta porcentagem de poluentes da água, forçando-a através de uma membrana semipermeável. A Osmose Reversa funciona filtrando poluentes indesejados, como bactérias, vírus e outros organismos microbiológicos da água, pressionando a água tratada que força substâncias háricas através de uma membrana semipermeável. Durante todo o

localizada na África do Sul. Em comum as duas cidades investiram em sistemas modernos de tratamento de efluentes das águas residuais. Outras ações como reflorestamento de espécies nativas próximas as áreas de nascentes de rios e distribuição de algumas espécies vegetais de milho adaptadas a seca no Quênia, são estratégias de mitigação frente aos problemas de escassez de água.

Na América Central e do Norte as que se configuram com maior risco de variabilidade hidrológica, ou seja, de secas e inundações estimadas para 2050, segundo Bakker e Duncan (2017) são as bacias do Grijalva e Lempa; ambas localizam suas nascentes no México na Serra Madre de Chiapas, a principal cadeia de montanhas da América Central, e percorrem sua drenagem pela Guatemala, El Salvador e Honduras. A bacia do Colorado nos Estados Unidos é classificada com risco moderado devido as mudanças climáticas e o crescimento da demanda de múltiplos serviços de água ofertados a população.

Segundo He et al. (2020), o rio Colorado tem uma área de drenagem estimada de 647.000 km<sup>2</sup>, percorre sete estados americanos: Wyoming, Utah, Colorado, Nevada, Novo México, Califórnia e Arizona numa região árida e desértica no sudoeste dos Estados Unidos e, concentra uma população de 40 milhões de pessoas. A principal demanda dos usuários de água nesta região é destinada para agricultura irrigada com 80%. O estado da Califórnia é o maior usuário, com uma área de produção agrícola de 243.000 hectares, e utiliza 20% de toda vazão média anual do rio.

As medidas adotadas são a gestão descentralizada dos recursos hídricos nas esferas Federal, Estadual e Municipal. No âmbito federal, conforme He et al. (2020) tem a função de formular as leis e regulamentos com mais de quarenta agências federais distribuídas pelo país. Os governos estaduais e municipais regulam e alocam nas suas respectivas áreas de abrangência territorial diante das demandas vigentes. As obras de infraestrutura e distribuição da água é um componente fundamental para eficiência do abastecimento de água aos consumidores.

Ainda segundo este autor, com a regulamentação da Lei da Água Limpa<sup>25</sup> desde 1972, e criação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - USEPA, mais de US\$ 650 bilhões de dólares têm sido destinados do governo federal, aos estados e municípios para construção adicional de Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs das águas residuais, o que tem assegurado até hoje mais de 75% da população do país a ter acesso a coleta e tratamento de esgoto. Atualmente a governança das bacias hidrográficas para os rios do país tem forte influência dos Conselhos regionais de bacias, de Multi-Estados como na Baía Chesapeake, Interestaduais e Federais-Estaduais na bacia do rio Delaware.

Na América do Sul segundo Bakker e Duncan (2017), uma diversidade de fatores e interações produz na escala do continente uma distribuição dos impactos hidrológicos e climáticos na categoria de risco suave e moderado. Todavia, no que tange a gestão das águas nas bacias transfronteiriças ou internas na escala regional e local o risco é moderado e grave frente as demandas dos serviços de água, pois os países não estão preparados institucionalmente para enfrentar as mudanças vigentes.

Uma das iniciativas mais exitosas de gestão compartilhada dos recursos hídricos do ponto de vista econômico para produção de energia hidrelétrica ocorre na bacia hidrográfica do Prata, uma das maiores redes hidrográficas do mundo, com uma área de 3,1 milhões de km<sup>2</sup>, que abrange os territórios do Brasil, Paraguai, Uruguai, Argentina e Bolívia (ZENI, 2018). Além disso, várias ações de infraestrutura e tratamento de água nestes países nas regiões fronteiriças vêm sendo realizados diante os acordos multilaterais estabelecidos no Tratado da bacia do Prata em 1969<sup>26</sup>.

Salienta-se que conforme Zeni (2018), todas as nascentes da bacia do Prata, os rios Paraná, Paraguai, Uruguai e, o próprio estuário do Prata nascem em território brasileiro. A rede de drenagem que percorre o território brasileiro corresponde a uma área de 1.415 milhões de km<sup>2</sup>, concentra 46% da rede hidrográfica da bacia nos estados do Distrito Federal, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

---

<sup>25</sup> Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2018-title33/pdf/USCODE-2018-title33-chap26.pdf>. Acesso em: 10/08/2021.

<sup>26</sup> Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/acordos/660-tratado-da-bacia-do-prata/file>. Acesso em: 10/03/2022.

Neste contexto, segundo Silva (2017) vêm sendo desenvolvidos alguns projetos de gestão de bacias hidrográficas transfronteiriças como o Programa Estratégico de Ação para a Bacia Binacional do Rio Bermejo - PEA na Argentina e Bolívia, Programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado da bacia do Pantanal/Alto Paraguai- PAE no Brasil e Projeto de gestão integrada e plano mestre da bacia do rio Pilcomayo na Argentina, Bolívia e Paraguai.

Na bacia Amazônica segundo Dourado Júnior (2014), no ano de 1978 em Brasília, as repúblicas da Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela ratificaram o Tratado de Cooperação Amazônica – TCA<sup>27</sup>, com o objetivo de conjugar esforços para promover o desenvolvimento sustentável da Amazônia Internacional, e melhorar a qualidade de vida da população. No que tange a gestão das águas compartilhadas entre os países, o Artigo V do tratado menciona:

“Tendo em vista a importância e multiplicidade de funções que os rios amazônicos desempenham no processo de desenvolvimento econômico-social da região, as Partes Contratantes procurarão envidar esforços com vistas à utilização racional dos recursos hídricos” (TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA, 2013).

Ocorreram várias reuniões e acordos de cooperação sem qualquer implementação de fato com algum projeto durante 25 anos. As causas possíveis dos poucos avanços nesse período podem estar atreladas a visão da “abundância aparente” da água frente as demandas econômicas, que por muitos anos tem inviabilizado, equivocadamente o gerenciamento da água nas dimensões sociais e ambientais. Essa perspectiva vem mudando na última década diante dos impactos ambientais, processos hidrogeomorfológicos, e a redução da qualidade da água frente as demandas socioeconômicas.

Neste sentido, em 2002 na cidade de Brasília foi instituída a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA e, ratificada em 2003. Atualmente a organização considera como eixos prioritários de gestão dos recursos naturais na bacia amazônica a água, florestas, solos, diversidade biológica, povos indígenas,

---

<sup>27</sup> Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA (2013). Base jurídica del tratado de cooperación amazónica: Actualización resumida 2003-2012. Disponível em: <https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2021/04/Base-Jurídica-2003-2012.pdf>.

ordenamento territorial e infraestrutura social. Segundo o relatório do Programa de Ações Estratégicas: Estratégia Regional para Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Amazônica – PAE<sup>28</sup> (2018), que estabeleceu dentre suas linhas de resposta diante dos problemas transfronteiriços prioritários, várias ações estratégicas para o fortalecimento da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos. Dentre as ações estratégicas destacam-se cinco conforme descritas abaixo:

- ✚ Implementação de um Sistema Regional de Monitoramento da Qualidade da Água dos Rios da Bacia Amazônica;
- ✚ Desenvolvimento de um programa de proteção e uso das águas subterrâneas para o abastecimento público na Região Amazônica;
- ✚ Proteção, gestão e monitoramento dos aquíferos das bacias do rio Amazonas;
- ✚ Conservação e uso sustentável dos recursos hídricos nas cabeceiras e partes baixas da Bacia Amazônica, com predominância de ecossistemas de páramos e áreas úmidas amazônicas;
- ✚ Programas de ações de resposta aos impactos nos recursos hídricos causados pela atual dinâmica de ocupação territorial e de uso do solo na Bacia Amazônica.

Como se pode evidenciar, a crescente demanda por recursos naturais vem aumentando, significativamente com o crescimento da população, e a tendência é aumentar para as próximas décadas, principalmente nos continentes africano e asiático. Isso deve acentuar ainda mais os impactos socioambientais e os conflitos pelo uso da água no mundo.

Os recursos destinados para tratamento da água devido ao agravamento da poluição tendem a aumentar, causando exclusão de água potável e impactos diretos na qualidade de vida da população mais pobre, já afetada diante das condições naturais e econômicas precarizadas, atualmente. Diante de tal cenário, cabe aos governos e as instituições públicas e privadas da terra em todas as esferas, uma visão de gestão compartilhada dos recursos naturais, que priorize o equilíbrio sustentável e as atividades econômicas.

---

<sup>28</sup> Disponível em: [https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2021/07/PAE\\_amazonas\\_port.pdf](https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2021/07/PAE_amazonas_port.pdf).

### 1.3 A Bacia Hidrográfica Urbana no Contexto de Análise Socioambiental no Brasil

As bacias inseridas no perímetro urbano refletem a degradação da água, problemática comum nas cidades do mundo e no Brasil. Os diversos agentes inseridos como os moradores, os estabelecimentos comerciais e as indústrias contribuem de forma direta e indireta para a degradação. Diante de tal fato, analisar os usos múltiplos do território, tendo a bacia hidrográfica como unidade socioambiental de planejamento, possibilitará explorá-la como ferramenta de gestão territorial.

A água conforme Ross (2019) é o elemento natural de conexão dos interesses sociais e econômicos; em função disso, as bacias hidrográficas em diferentes escalas de análise são por definição neste contexto unidades de planejamento socioambiental. E como a água é um recurso de uso múltiplo de interesse social, é fundamental conhecer sua capacidade e dinâmica natural, a fim de preservar sua disponibilidade para os diversos usos da sociedade, assim como manter em equilíbrio seu ecossistema.

Para se analisar a partir destas interrelações, empregar-se-á o conceito de território na perspectiva de integração dos aspectos sociais e naturais, que se desenvolvem no espaço urbano, dentre eles o espaço urbano-ambiental, permitindo compreender que as ações sejam de ordem política, econômica e social, que expressem de forma direta e indireta no ambiente construído, a materialidade de uso e ocupação do solo, dentre outras formas de organização territorial. Segundo Santos (2011) definir qualquer parte do território, requer levar em consideração as relações interdependentes entre a materialidade da ação humana, e seus usos que estão inseridos na natureza.

Esses aspectos explicitam pontos de desigualdades sociais na organização do espaço urbano, criando vários territórios na cidade, pois as políticas de planejamento são voltadas para o capital, e precariamente para as populações, que por sua vez passam a residir às margens dos igarapés em áreas sem a menor infraestrutura. Santos (2011, p. 21) menciona que:

O uso do território pode ser definido pela implantação de infraestruturas para as quais estamos igualmente utilizando a denominação *sistemas de engenharia*, mas também pelo dinamismo da economia e da sociedade. São os movimentos da população, a distribuição da agricultura, da indústria e dos serviços, o arcabouço normativo, incluídas a legislação

civil, fiscal e financeira, que, juntamente com o alcance e a extensão da cidadania configuram as funções do novo espaço geográfico.

Neste contexto, Santos (2014b) enfatiza que não se considera a população, as instituições públicas e privadas como um todo, essa análise não levaria em conta as variadas possibilidades de interrelação. Ao contrário, quanto mais sistemática for a classificação tanto mais claro aparecerão as relações sociais, e em consequência as relações espaciais.

Para Ross (2019, p. 37), essas interrelações dos componentes naturais e sociais ao serem compreendidas a partir de suas interdependências recíprocas, levam ao entendimento de um complexo “Espaço Territorial Total”, onde tudo está em movimento no tempo-espaço geográfico. Além disso, essa compreensão deve levar em consideração a perspectiva atual e histórica da sociedade como resultado da dinâmica do ambiente natural.

Segundo Costa (2006) é nos rios de grande, médio e pequeno porte que os espaços urbanos brasileiros vão surgir. Essa relação entre os rios e a construção das cidades brasileiras não se consolida sem conflitos. As margens foram sendo ocupadas ao longo do tempo e as águas transformadas em depósitos de lixo, esgoto doméstico e industrial. Essas mudanças drásticas nos canais de drenagem são o resultado deste conflito na paisagem urbana.

Para Acselard (2015), os conflitos ambientais urbanos seriam a representação dos sinais de ruptura na rede social das cidades construídas, a partir da lógica econômica frente a repartição desigual, tanto do acesso aos recursos urbanos como dos riscos e danos que se concentram sobre os grupos socialmente mais vulneráveis. Esse processo resultaria na incapacidade das instituições reguladoras do estado ou privadas, em reproduzir as interações sociais urbanas, para mitigar os impactos socioambientais no ambiente urbano.

Essa incapacidade proposital, ainda conforme este autor, é justificada no plano discursivo das cidades, onde as licenças ambientais são pouco criteriosas, flexibilização de normas e regressão de direitos já adquiridos, proporcionando cada vez mais desigualdade socioambiental como, contaminação das águas por ausência de saneamento, ocupação de mananciais por falta de políticas habitacionais, dentre outros que asseguram a lucratividade em vez da sustentabilidade urbana.

Ross (2012) salienta que a questão ambiental, é, também, uma questão social e o planejamento físico-territorial, quer seja do país, estado ou município se processa de modo a acompanhar os interesses iminentes e necessidades futuras do homem como ser humano individual e social. Entender como essas relações se estabelecem a partir das bacias hidrográficas, como unidade territorial de planejamento urbano, é uma das perspectivas que se busca alcançar para além dos impactos ambientais visíveis.

Ainda conforme este autor, toda ação gera efeito correspondente. Deste modo, parte-se do princípio de que toda ação humana no ambiente natural ou já alterado causa algum impacto em diferentes escalas, gerando alterações com diversos graus de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis. É importante salientar, que os resultados analisados, podem mudar da escala regional para a local, em decorrência as funções e dinâmicas socioeconômicas e culturais específicas no espaço geográfico.

O desafio dos estudos na escala urbana devido a rede de interações sociais e econômicas envolvidas, aparecem nas formas de degradação nas cidades, sendo a materialidade representada nas paisagens naturais e artificiais. A temporalidade dos fenômenos correlaciona a representação na escala do território construído, e representado como o histórico dos usos do solo, os conflitos socioeconômicos e os fatores ambientais, sendo assim, Ross (2019, p. 39) descreve:

[...]as organizações humanas e sociais se estruturam e funcionam apoiadas em outra lógica, que se definem por sistemas econômicos. Esta é mais difícil no recorte das bacias hidrográficas, porque as ações que definem suas dinâmicas normalmente extrapolam os limites de bacias, de Estados e até de Países. De qualquer forma toda organização social ou sistema econômico depende diretamente dos recursos da natureza, do trabalho humano, da base financeira, e de uma superestrutura governamental, o Estado que se impõe através dos instrumentos regulatórios (leis e tributos fiscais) e das políticas públicas.

Para Cunha e Coelho (2012), a bacia hidrográfica é uma realidade física, mas é, também, um conceito socialmente construído. Passa a ser, portanto, um campo de ação política no que diz respeito à partilha de responsabilidades e tomada de decisão. Assim, pode-se estimar com razoável probabilidade prioridades nas intervenções técnicas para correção e mitigação de impactos ambientais, que venham ocorrer nas bacias hidrográficas.



As bacias hidrográficas nos permitem examinar as ações naturais e antrópicas, ou seja, inserir fatores socioambientais de forma direta e indireta, que interferem na degradação ambiental, principalmente nas áreas urbanas. Assim, as bacias poderiam ser utilizadas como indicador ambiental na proposta de planejamento territorial nas cidades brasileiras. Para Botelho (2012), se deve reconhecer a bacia hidrográfica como unidade natural, onde é possível estabelecer a existência de interrelações entre os diversos elementos, relações que podem revelar as possíveis causas de degradação ambiental.

Nesta linha de abordagem Botelho e Silva (2012) indicam que as bacias hidrográficas, têm papel relevante nas análises ambientais, e interagem com os mais diversos fatores, sejam estes ambientais, sociais, econômicos e políticos. Os autores explicam que:

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na geografia física desde o fim dos anos 60. Contudo, durante a última década ela foi, de fato, incorporada pelos profissionais da Geografia, na grande área das chamadas Ciências Ambientais, em seus estudos e projetos de pesquisa. Entendida como célula básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental. (BOTELHO e SILVA, 2012, p.153).

Neste contexto, Ross (2019, p. 29) define a bacia hidrográfica como uma “unidade ambiental natural integrada”, onde seu canal principal e tributários se coadunam com a dinâmica da vegetação, água, solo e atmosféricas associadas as atividades humanas. Essa integração mútua e dinâmica deve incentivar ao desenvolvimento econômico e social, respeitando as limitações e potencialidades da natureza, assim como promover o uso de técnicas apropriadas para o tratamento dos resíduos produzidos.

Com a finalidade de se apropriar de métodos de pesquisa particulares, o estudo das bacias hidrográficas tem a função de mitigar os processos erosivos, que requerem uma compreensão exclusiva. Salomão e Guerra (2012) destacam que a origem da erosão urbana, está associada à falta de planejamento adequado, que considere as particularidades do meio físico, as condições sociais e econômicas das tendências de desenvolvimento urbano.

Botelho (2011) destaca que nas áreas urbanas os componentes artificiais construídos pelo homem como as edificações, as pavimentações e canalização dos rios, têm disseminado uma redução significativa na capacidade de infiltração da água no solo. Isso tem favorecido para o aumento do escoamento superficial dos canais de drenagem urbanos. Soma-se a isso a deficiente infraestrutura de saneamento básico das águas pluviais, servidas de uso doméstico, comercial e industrial, e as intensas ocupações das APPs de drenagem e encosta, têm contribuído de forma direta para a degradação da qualidade das águas nas cidades.

Silva (2011) indica que os processos de erosão do solo em áreas urbanas, muitas vezes são procedentes da ocupação humana em áreas vulneráveis, como nos fundos de vales sujeitos a inundações periódicas, devido a sazonalidade fluvial dos rios. Outro aspecto a ser considerado dos solos nas áreas urbanas, é sua alta variação morfológica, física e química devido as intervenções necessárias para a instalação das edificações. As principais atividades comerciais e industriais nas cidades causadoras de contaminação do solo e do lençol freático são os postos de combustível, os reservatórios de óleos em indústrias, fábricas de fertilizantes, dentre outras de produtos químicos.

Ainda segundo este autor, o resultado destas intervenções com a retirada da vegetação e compactação do solo é o aumento do escoamento superficial, da erosão e dos picos de cheia nos canais de drenagem, assim como a redução da capacidade de aeração do solo para decomposição da matéria orgânica e da infiltração com a perda de oxigênio para manter os microrganismos do ambiente.

Para Moraes e Lorandi (2016), a bacia hidrográfica deve ser compreendida como um sistema interligado, sendo que a subdivisão de grandes bacias em bacias menores ou sub-bacias, facilita o diagnóstico e o monitoramento ambiental, tendo em vista que isto permite a correlação das análises da qualidade da água com a dinâmica do uso e ocupação do solo, assim como a delimitação de áreas críticas e identifica os processos impactantes.

As bacias hidrográficas constituem ecossistemas de avaliação e diagnóstico dos impactos causados pela atividade antrópica, que acarretam riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e a qualidade da água, pois são variáveis relacionadas com o uso e ocupação do solo. Neste sentido, integrar aspectos sociais, econômicos

e naturais, torna-se uma tarefa complexa na perspectiva socioambiental, pois, os estudos de análise das bacias são voltados, prioritariamente para dados físicos e geomorfológicos particularizando o diagnóstico.

Segundo Mendonça et al. (2016), cada problema determina uma perspectiva única para sua interpretação, sendo sua condição específica, que ditará os caminhos a serem percorridos. Deste modo, a degradação contínua da água urbana, por exemplo, irá demandar vários fatores naturais da compreensão de sua condição hidrográfica e hidrológica, sua composição físico-química, assim como sociais, nos contextos econômicos-político-culturais dos processos que culminam no seu comprometimento das formas de utilização, que vão diretamente interferir na qualidade da água e conseqüentemente da população.

O crescimento acelerado conforme esse autor, das médias e grandes cidades atrelado a insuficiente infraestrutura de planejamento nas áreas urbanas, faz com que as cidades se tornem cada vez mais espaços de riscos de várias intensidades, que acarretam diferentes vulnerabilidades. Os fatores que podem acentuar esses riscos e vulnerabilidades, são os fenômenos extremos da natureza como tempestades, precipitações, inundações e deslizamentos, que originam muitas vezes em vítimas e prejuízos materiais, principalmente nas áreas mais densamente ocupadas.

Rebello (2010) sugere que os riscos podem ser de toda ordem, aqueles que estão relacionados direta ou indiretamente com a natureza são chamados de riscos naturais. O que não quer dizer que o homem não esteja inserido, pelo menos por meio da noção de vulnerabilidade, muitas vezes se tornando responsável por intensificar o impacto de sua manifestação. Sendo assim, se pode afirmar que o risco, mesmo quando se faz equiparar ao hazard, está sempre relacionado as atividades humanas.

Segundo Cardoso et al. (2020), o conceito de risco está relacionado as mudanças antrópicas realizadas pelo homem no ambiente; essas intervenções se expandem para implicações na natureza e, por conseguinte, na organização espacial das sociedades ao mesmo tempo em que a vulnerabilidade está conectada aos riscos, nesta concepção integrada de sociedade-natureza como riscos socioambientais.

Para Mendonça e Buffon (2021), a construção do conceito de risco é resultante de uma interrelação de fatores sociais, econômicos, culturais, demográficos e naturais,

que estão na rede de interações entre os homens, os grupos sociais, junto a natureza. Essa relação é descrita como:

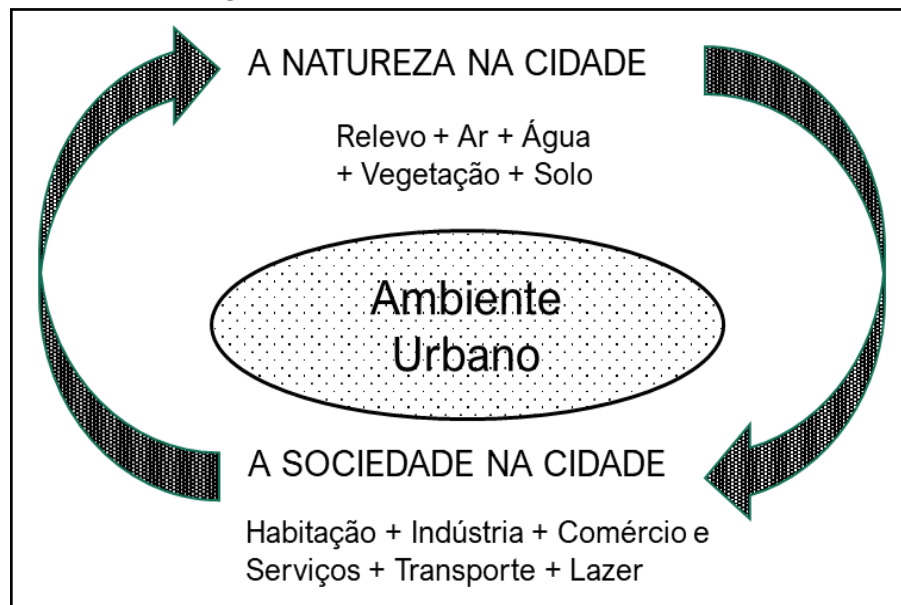
A condição para que um dado fenômeno gerado pela natureza se converta em uma ameaça está na sociedade humana exposta ou sensível a ele. Assim é que, e evidenciando uma expressão extremamente simples, não existe risco para a natureza, nem para os artefatos tecnológicos, nem para o sobrenatural; risco é uma condição de exposição de uma sociedade a uma dada ameaça ou perigo, sendo, portanto, uma construção social. (MENDONÇA E BUFFON, 2021, p. 19)

Além disso, segundo esses autores a vulnerabilidade pode ser compreendida na condição em que uma determinada população está vulnerável a situações de risco. Notadamente, a população mais pobre está mais sensível aos impactos socioambientais, uma vez que sua resiliência de resposta ao problema é afetada por suas condições econômicas. Corroborando com essa ideia Cardoso et al. (2020, p. 14) expõe:

Existe uma população que está mais vulnerável ao risco socioambiental e sua capacidade de resiliência é menor: a desprovida de capital. Essa população geralmente é mais afetada por um evento. Sua exposição ao risco socioambiental é maior e menor ainda é sua capacidade de se recuperar e restabelecer diante de um evento crítico.

O estilo de vida moderno da sociedade conforme Mendonça et al. (2016) tem aumentado os riscos e vulnerabilidades nas áreas urbanas, o que tem contribuído para o aumento dos problemas socioambientais urbanos, acarretados pelas mudanças significativas no ecossistema natural das cidades. Nesta perspectiva, a figura 6 mostra como se estabelece a natureza e a sociedade no meio urbano neste entendimento.

**Figura 6** - Esquema do ambiente urbano



**Fonte:** Mendonça, 2004a.

As interferências antrópicas mudaram a base natural da superfície terrestre, principalmente na escala regional e local. Essas mudanças têm intensificado a degradação do relevo, vegetação, água, ar e solo, para estabelecer as diferentes formas de ocupação da sociedade no espaço geográfico com a implantação de indústrias, comércios, habitação dentre outras atividades de vida atual; ambos formam o sistema de entrada ou Input. Essa imbricada e dinâmica relação é estabelecida por uma rede de atributos na sociedade como a economia, cultura, educação, política e tecnologia (MENDONÇA, 2004a).

Para Goudie (2020), as intervenções humanas nas últimas cinco décadas têm alterado de modo significativo o ambiente, e, conseqüentemente o "Sistema Terra". Essas mudanças foram induzidas, principalmente pelo desenvolvimento tecnológico, junto as necessidades da sociedade contemporânea, como a construção de grandes barragens para produção de energia, mineração e o crescimento da população tem impulsionado uma forte pressão sobre os recursos naturais.

O resultado dessas intervenções são o aumento dos processos de erosão, como assoreamento dos rios, movimentos de massa, aumento do nível das águas dos oceanos e as mudanças climáticas. Esses impactos ambientais têm aumentado sua intensidade, principalmente nas cidades, proporcionando condições cada vez mais severas as populações impactadas. Contudo, ainda conforme este autor, é importante ponderar que não se tem conhecimento suficiente para metrificar as operações e

tramas complexas das interações do sistema terrestre, com as alterações antrópicas para dar respostas definitivas sobre o tema.

De modo geral essa mútua relação da sociedade-natureza tem criado problemas socioambientais devido as mudanças significativas no sistema natural, que impacta diretamente no estilo de vida criado a partir destas mudanças. Esses impactos ou fenômenos naturais têm afetado a população, sobretudo, nas áreas urbanas onde há maior concentração de pessoas. No caso do Brasil, segundo dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010), aproximadamente 84% da população vive em cidades.

Como a água é um recurso fundamental a espécie humana e as cidades, demandam de diversos usos e serviços de água, os riscos de escassez hídrica devido a degradação dos mananciais hidrográficos nas últimas décadas, só reflete o agravamento das diferentes intensidades da vulnerabilidade socioambiental, principalmente nas áreas urbanas.

Nas bacias hidrográficas conforme Jorge e Guerra (2020), as planícies de inundação ou APP de drenagem vêm sofrendo impactos ambientais intensos, com perdas de vidas humanas e bens materiais, em especial nas áreas urbanas, pois estas são vistas como áreas de fácil construção, aumentando os riscos de inundação, por meio da impermeabilização e canalização dos canais de drenagem, mudando completamente a rede de drenagem e o fluxo dos rios. Além disso, a degradação da qualidade da água dos rios é influenciada diretamente por essas ocupações, muitas vezes sem qualquer infraestrutura de captação ou tratamento das águas utilizadas pelos moradores nessas áreas.

Atualmente os rios urbanos são vistos como depósitos de lixo, poluição, lugares marginalizados devido, principalmente ao processo de urbanização que desconfigurou completamente suas características naturais. Num passado não muito distante, esse mesmo rio na sua condição primeira era concebido como um espaço de destaque para os diversos usos da população. Neste contexto, Jorge e Guerra (2020, p. 30) relatam:

[...], os rios sempre foram importantes fontes de recurso para sobrevivência dos seres vivos no planeta; porém, as transformações que ocorreram na escala da vida humana, e, mais precisamente, com o advento da urbanização, foram responsáveis por muitos impactos negativos [...]. Se os rios no seu curso natural eram atrativos com valor significativo, como o uso para a pesca, o banho, a navegação, o lazer e a contemplação, a partir do momento que passa a ser urbanizado, aos poucos vai perdendo esse valor e seu equilíbrio

vai sendo rompido, chegando até a desaparecer por meio de aterro de afluentes, canalizações e desvios dos seus cursos.

No caso brasileiro, dois aspectos são importantes para se entender a vulnerabilidade da água, conforme Mendonça et al. (2016); a primeira é que a disponibilidade dos recursos hídricos para os serviços de água não se encontra de forma homogênea no país, ou seja, os estados e cidades com maior demanda pelo uso de água se concentram na menor disponibilidade, decorrentes das interações climáticas e geomorfológicas na escala regional e local. Segundo a fragilidade da gestão dos recursos hídricos quanto a implementação de ações para mitigar os impactos ou vulnerabilidades socioambientais, que se apresentam frente as demandas cada vez mais crescentes pelo uso da água, e as mudanças no ciclo hidrológico a partir dos impactos antrópicos na terra, têm reduzido sensivelmente a disponibilidade da água.

Neste contexto, as questões de infraestrutura e saneamento básico nas cidades para o tratamento das águas residuais tem afetado diretamente na qualidade da água, inviabilizando a utilização a água dos rios urbanos. Fatores como desperdício, uso indiscriminado e sem fiscalização, só agravam a degradação, e, conseqüentemente a qualidade da água.

Diversos fatores e perspectivas acima expostos têm indicado, que o crescimento da população associado a ineficiente infraestrutura para o assentamento de áreas rurais e urbanas, tem de forma importante reduzido os recursos hídricos do país. Ações de gestão e planejamento no presente se tornam fundamentais para mitigar maiores impactos/conflitos no futuro, idealizando seu gerenciamento a partir das demandas da sociedade como um todo, e não apenas do ponto de vista econômico de demanda e oferta disponível.

#### **1.4 Do paradoxo de abundância a disponibilidade dos serviços de água nas cidades brasileiras**

O território brasileiro concentra uma das maiores reservas superficiais e subterrâneas de água doce do planeta. As bacias hidrográficas do Paraná e Amazônica concentram aproximadamente 90% da água doce do país. Em termos quantitativos, o

Brasil detém mais de 50% da água da América do Sul e 12% do total mundial, abarcando, ainda, cerca de 2/3 do manancial subterrâneo, que percorre este continente. (ZENI, 2018, p. 64; CIRILO, 2015, p. 48).

Todavia, esta disponibilidade quantitativa não se reflete equitativamente onde estão os maiores aglomerados urbanos do país. Além disso, fatores naturais e de infraestrutura sanitária interferem, diretamente na capacidade de disponibilizar água potável em quantidade e qualidade oferecidos aos diversos usuários e setores da sociedade. O crescimento da população, junto ao processo de urbanização das cidades do país são um dos principais problemas a se equacionar no que tange a gestão das águas.

Para Santos (2020), a intensificação do processo de urbanização brasileira ocorre após abertura do capital internacional, depois da segunda guerra mundial, acarretado por um forte crescimento demográfico resultante das altas taxas de natalidade e redução progressiva da mortalidade, cujos motivos principais são os progressos sanitários, a melhoria relativa das condições de vida e da própria urbanização.

Esse processo de urbanização só foi possível, segundo este autor, pelo desenvolvimento da ciência, das técnicas e dos meios de informação nos procedimentos de reconfiguração do território, essenciais ao sistema de gerenciamento do capital internacional, que necessita controlar esse novo meio geográfico para sua execução, assim como a construção de estradas e ferrovias que permitiram a interligação das diversas regiões do país.

Segundo Leite e Trindade (2018), o meio técnico-científico informacional recria novas formas de apropriação do meio geográfico com a extrema artificialização do território, que passa a ser mais instrumental e monofuncional, onde o critério locacional dos fatores produtivos se baseia na produtividade espacial oferecida pelo lugar.

Diante disso, a circulação espacial em nosso tempo assume maior importância, até mesmo frente as atividades de produção, ou seja, no conjunto de virtualidades técnicas, políticas e normativas que potencializam os resultados das aquisições efetivadas. Sendo assim, Leite e Trindade (2018, p. 5-6) analisam:

Embora formalmente partes de um território nacional, as frações do espaço assim qualificadas pertencem substancialmente à economia internacional, de



onde lhes advêm os insumos, a demanda, as ordens, a informação, a regulação e as normas. Sem estas últimas, a produção globalizada só com muita dificuldade se realizaria. A regra, por sua vez, é o papel cada vez mais proeminente da organização, da regulação e da normatização em todas as instâncias do processo produtivo. [...] Dessa difusão seletiva e desigual pelo território resulta que o período técnico-científico informacional consagra diferenciações territoriais e recria hierarquias assentadas sob novas bases. [...]

Dessa maneira, segundo Cirilo (2015), a acomodação espacial da população brasileira não se construiu na dimensão proporcional da disponibilidade da água, pois a região norte concentra 81% das reservas de água doce do país e 5% da população; o Nordeste dispõe de 4% dos recursos hídricos e 35% da população e, as regiões hidrográficas litorâneas com 2,7% das reservas de água detém 45,5% da população do país. Sendo assim, a região hidrográfica que tem a menor disponibilidade de água, é a que mais cresce suas demandas, pois é onde se localizam muitas capitais brasileiras e os maiores aglomerados urbanos.

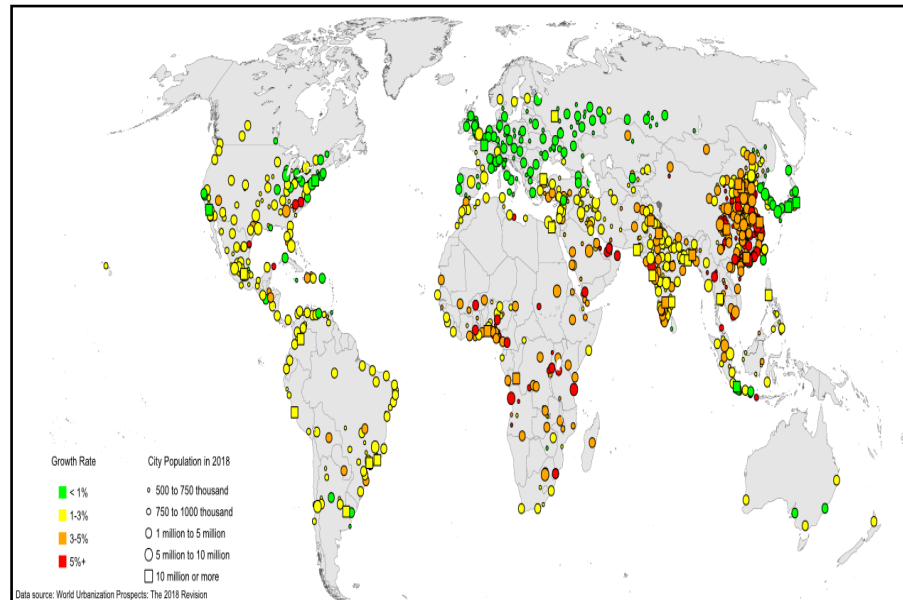
As demandas pelos serviços de água no país crescem a cada ano, seja pelo desenvolvimento econômico da sociedade, crescimento da população ou pela escassez deste recurso. As atividades econômicas no Brasil, segundo Alves e Martine (2015), na primeira década do século XXI teve um aumento de 4,5 ao ano do seu Produto Interno Bruto - PIB de 2004 a 2010. Do ponto de vista da população, o país viveu a sua menor taxa de dependência demográfica da história, o que colaborou do ponto de vista da economia. No entanto, esse desenvolvimento econômico trás desafios maiores para conservação dos recursos naturais.

Segundo Tundisi e Matsumura (2015), a crise hídrica é oriunda de fenômenos globais como as alterações no funcionamento do clima global (mudanças climáticas), da ação antrópica intensa, como desmatamento, usos do solo, urbanização, obras de infraestrutura (retificação de canais, barragens, estradas) com efeitos sinérgicos, que afetam milhões de pessoas. Dentre todas essas ações, a que mais tem gerado problemas desde a segunda metade do século XX até os dias atuais, é a urbanização.

Ainda segundo esses autores, atualmente existem 37 megacidades no planeta, cada uma com mais de 10 milhões de habitantes, como representado na figura 7. Diante desse contingente populacional e os múltiplos serviços de água para atender a demanda das cidades, gera um dos grandes problemas para o gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos contemporâneos. Além disso, está população

produz milhões de toneladas de resíduos líquidos e sólidos, os quais se não tratados, afetam a quantidade e qualidade dos mananciais superficiais e subterrâneos.

**Figura 7** - Taxas de crescimento de aglomerações urbanas por classe de tamanho de 1990-2018



**Fonte:** Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais - Nações Unidas, 2019.

Conforme Cirilo (2015), o contato com as águas contaminadas ou não tratadas para uso doméstico é responsável por aproximadamente 90% dos cerca de 4 bilhões de casos anuais de diarreia no mundo. No Brasil as principais doenças de veiculação hídrica atrelados a água são: diarreicas, doenças transmitidas por vetores (malária e dengue), esquistossomose, verminoses, leptospirose e intoxicação por cianotoxinas, estas oriundas da contaminação de algas tóxicas em reservatórios de abastecimento de água potável.

É importante salientar, conforme Tundisi (2009), 34.000 mil pessoas morrem no mundo diariamente em consequência de doenças relacionadas à água. Cerca de 65% das internações hospitalares no Brasil se devem a doenças de veiculação hídrica. Sendo assim, a gestão das águas em perímetro urbano é fundamental para mitigar os impactos socioambientais nas cidades.

Os fenômenos naturais de secas e inundação nas cidades têm se intensificado no início deste século. Para Tundisi e Matsumura (2015, p. 24), as atividades humanas têm causado mudanças nos sistemas aquáticos (águas superficiais, rios, lagos,

represas, pântanos), ocorrem quando a precipitação é significativamente mais baixa que o normal para determinada região. Essas mudanças têm afetado os diversos usos da água nas cidades como o abastecimento público, produção de energia, de alimentos e navegação de forma direta.

Nos anos de 2013 e 2014 a região sudeste do Brasil sofreu com uma seca prolongada que reduziu, significativamente a disponibilidade de água dos principais reservatórios que abastecem a região. Esse fenômeno afetou aproximadamente 80 milhões de pessoas nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, além de problemas no abastecimento público, a hidrovía do rio Tietê ficou intrafegável por quatro meses, resultando em perdas de cinco mil postos de trabalho e milhões de toneladas de produtos não transportados. (TUNDISI e MATSUMURA, 2015, p. 24).

Segundo Marengo et al. (2015), desde o início deste século, pesquisadores e ambientalistas têm alertado para a redução da disponibilidade dos recursos hídricos, que estão cada vez mais escassos em nosso planeta. Neste sentido, em 2014-2015 o Sudeste brasileiro sofreu em função de uma seca severa em seus reservatórios. Outras regiões do país como o Nordeste já sofrem há décadas, e até algumas regiões do Amazonas e do Pantanal nos últimos anos têm sofrido com estiagens prolongadas.

Na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, o maior aglomerado urbano do país, no ano 2014 passou pela maior crise hídrica de sua história, resultado dos baixos índices pluviométricos sobre a região que abastece a bacia do Cantareira, localizada entre os estados de São Paulo e Minas Gerais. O sistema de abastecimento das represas do Cantareira é considerado um dos maiores do mundo de água potável, produz 33 mil litros de água por segundo, que abastece cerca de 8,8 milhões de pessoas na RMSP.

Os mecanismos meteorológicos causadores dessa redução dos índices pluviométricos na região, conforme Marengo et al. (2015, p. 36), é que a região de alta pressão deixou o ar mais seco e estável, inibiu a formação de pancadas de chuva típicas da estação, e, ainda, “bloqueou” a passagem dos sistemas frontais, assim como o desenvolvimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e do fluxo de umidade da Amazônia. Embora esse fenômeno de seca nesta região já tenha ocorrido em períodos anteriores, se constatou que a cada ano a tendência é ter cada vez menos precipitação.

Na região norte esse fenômeno anômalo teve uma resposta completamente inversa a do Sudeste, pois o excesso de chuvas no oeste da Amazônia teve como consequência graves inundações em várias cidades dos estados do Acre e Rondônia, nos meses de fevereiro e março de 2014. Só o governo do Acre estimou em 203 milhões de prejuízos causados ao estado pela cheia dos rios (MARENGO et al., p. 42).

Segundo relatório Informes da ANA (2015), quanto a eventos críticos de seca em território brasileiro nos anos de 2012 e 2013, verificou-se uma gradativa redução das precipitações em algumas regiões do país, o que tem prejudicado a oferta de água, principalmente para o abastecimento público, notadamente no semiárido nordestino, no que diz respeito a baixa disponibilidade, e nas regiões metropolitanas mais populosas com alta demanda pelos serviços de água. Nas cidades o lançamento de efluentes nos canais de drenagem urbana é uma das principais causas de degradação e redução do manancial hidrográfico.

De acordo com Marengo et al. (2015), como ainda não é possível relacionar diretamente a redução das chuvas neste ano de 2014, as mudanças climáticas ou o desmatamento a episódios de seca na escala regional e/ou local na região sudeste, principalmente na RMSP devido a complexa relação entre floresta e as precipitações a leste da cordilheira dos Andes, contudo, foi possível constatar que ainda não existe um planejamento para mitigar os impactos socioambientais e econômicos frente ao quadro de variabilidade climática vigente no Brasil.

Conforme o relatório Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC in the chapter Land-Climate Interactions (2019), os impactos dos eventos extremos relacionados ao clima como secas, precipitações e inundações tendem a se intensificar a cada ano. Um estudo recente de 4.500 secas meteorológicas em todo o mundo indica aumento da frequência de seca na costa leste dos EUA, Amazônia e nordeste do Brasil, Patagônia, região do Mediterrâneo, a maior parte da África e nordeste da China com diminuição da frequência de seca sobre o norte da Argentina, Uruguai e norte da Europa.

Neste cenário, segundo Capon et al. (2021), o aumento das temperaturas globais de 1,5°C graus celsius estimados até o final deste século, estabelecidos como metas as nações para redução da queima de combustíveis fósseis na Un Climate

Change Conference UK – COP26<sup>29</sup>, já representarão impactos significativos nos ecossistemas de água doce, pois esses sistemas hidrológicos são extremamente sensíveis ao aquecimento, porque suas funções principais, qualidade e quantidade da água são fortemente influenciados pelos regimes da temperatura atmosférica. Esses impactos nos serviços de água prestados à população se tornarão mais escassos para abastecimento humano, produção de energia, alimentos, dentre outros.

Para Capon et al. (2021), alguns aspectos nesta perspectiva de planejamento do sistema hidrológico devem ser explicitados, apesar do reconhecimento do papel da água para o futuro do planeta junto as mudanças climáticas, as políticas de conservação e manejo dos ecossistemas de água doce, são frequentemente inseridos em um discurso mais amplo sobre a conservação terrestre, ou então obscurecidos por um foco, excessivamente atrelado ao atendimento das necessidades humanas. O equilíbrio dos ecossistemas naturais é fundamental para a manutenção do ecossistema social, pois os dois sistemas estão intrinsicamente entrelaçados.

No Brasil segundo Alves et al. (2020), as alterações na variabilidade das precipitações associadas às mudanças no uso da terra, desmatamento, desertificação e urbanização, aumentaram muito a vulnerabilidade do território brasileiro com às mudanças climáticas. Os fenômenos extremos combinados com o aumento médio da temperatura, como notado durante as secas de 2005, 2010, 2015 e 2016 provocaram a diminuição da vazão dos rios, aumento da mortalidade de árvores e no número de incêndios florestais.

O resultado desses impactos na superfície terrestre abrange alteração dos ecossistemas, interrupção da produção de alimentos e abastecimento de água, danos à infraestrutura e assentamentos, morbidade e mortalidade. Conforme o relatório IPCC (2019), nas áreas urbanas projeta-se que as mudanças climáticas aumentem os riscos para os moradores, economias e ecossistemas. Esses riscos serão expandidos, principalmente para aqueles que não possuem infraestrutura e serviços essenciais ou vivem em áreas vulneráveis, como as margens dos rios ou áreas de encostas, naturalmente susceptíveis aos riscos socioambientais.

---

<sup>29</sup> Un Climate Change Conference UK – COP26 in Glasgow 2021 in the goal 1: Secure global net zero by mid-century and keep 1.5 degrees celsius within reach. Disponível em: <https://ukcop26.org/cop26-goals/>. Acesso em: 10/03/2022.

A questão da escala de análise é fundamental para se entender como as ações antrópicas vêm impactando os ecossistemas do nosso planeta. Fica evidenciado nas pesquisas e relatórios internacionais e nacionais, acima descritos, que as alterações na escala local e regional de forma direta e indireta vem impactando negativamente a dinâmica natural da superfície terrestre, como por exemplo, a degradação das águas urbanas, ilhas de calor nas cidades, ocupação de áreas de planície de inundação e encostas. Corroborando com esse tema, Castro (2007, p. 136) analisa:

[...] a escala é a escolha de uma forma de dividir o espaço, definido uma realidade percebida/concebida, é uma forma de dar-lhe uma figuração, uma representação, um ponto de vista que modifica a percepção mesma da natureza deste espaço, e, finalmente, um conjunto de representações coerentes e lógicas que substituem o espaço observado. As escalas, portanto, definem modelos espaciais de totalidades sucessivas e classificatórias e não uma progressão linear de medidas de aproximação sucessivas.

Para Alves et al. (2020) é fundamental mais pesquisas para averiguar como a escala local e regional aplicadas em modelos climáticos preditivos a partir das mudanças de uso e ocupação do solo e queimadas, poderia melhorar a compreensão da variabilidade climática, frente ao aumento de eventos extremos de seca, chuvas e inundações no Brasil. Além disso, esse trabalho aponta que o território brasileiro terá mais variabilidade pluviométrica no futuro, ou seja, o número de períodos secos aumentará junto a intensidade das precipitações. Todavia, o número de períodos úmidos será reduzido, principalmente sobre as áreas da Amazônia, Nordeste e a sudeste da bacia do Prata.

Na escala global os trabalhos realizados ainda são inconclusivos, devido à complexidade de mecanismos e interações natureza-sociedade de como as atividades antropogênicas vêm interferindo no ecossistema terrestre. Mas, os resultados indicam que na escala temporal humana esse sistema vem sendo modificado desde o início da revolução industrial em meados do século XIX, quando as primeiras pesquisas foram iniciadas para mensurar os impactos das ações humanas no ambiente, se intensificando na segunda metade do século XX, quando a degradação dos recursos naturais ou a indisponibilidade dele já vinham impactando os diversos setores econômicos, e de modo secundário a qualidade de vida da população.

Nas últimas duas décadas do século XXI, as pesquisas apontam, que o ecossistema do planeta tem um limite quanto a capacidade de manter as condições atmosféricas atuais, e, conseqüentemente a disponibilidade dos recursos naturais onde se desenvolve toda organização social e econômica, e que propicia a vida humana em equilíbrio com as outras espécies. Indicam também que a gestão dos recursos naturais, é vital neste contexto, e devem ser geridas de forma compartilhada entre as regiões, estados e países. Este último ponto é o principal desafio do nosso tempo planejar e gerenciar de forma compartilhada os recursos, pois está em questão a manutenção da forma de organização social e a nossa sobrevivência quanto espécie a médio e longo prazo.

No Brasil apesar de se ter a maior reserva de água doce disponível do planeta, segundo Ribeiro (2009), os problemas de gestão das águas na escala das cidades vive um paradoxo em relação aos recursos hídricos; eles são abundantes na esfera nacional, mas faltam em diversas regiões do país, muitas delas até com grande disponibilidade de água, fato que pode estar atrelado a qualidade da água, porque em algumas localidades, apesar de receberem grandes vazões hidrológicas e volumes pluviométricos, não é possível disponibilizar a população, pois ao entrar em contato com o solo e os canais de drenagem poluídos, fica inviabilizado para o aproveitamento humano.

Para este autor, a gestão participativa ganha força na década 1990, em que são construídas legislações mais flexíveis, incluindo a sociedade na gestão das águas nacionais. Essa mudança permitiu maior integração, participação e descentralização, na perspectiva de abranger os sistemas naturais e sociais de forma articulada. Todavia, cabe salientar que a abertura da participação social na concepção de governança<sup>30</sup>, ainda não permite de fato os interesses sociais na tomada de decisão, pois os mecanismos institucionais<sup>31</sup> e legais de participação da sociedade detém apenas um terço da representação, enquanto o Estado fica com dois terços, ou seja, sempre este

---

<sup>30</sup> Governança implica em reunir pessoas para discutir um termo complexo, desde que representem o Estado (União, Estados e Municípios) e a sociedade civil (representantes de movimentos sociais de trabalhadores, ambientalistas, pesquisadores, professores, comércio, indústria e do setor agropecuário). RIBEIRO, 2009, p. 113.

<sup>31</sup> Os Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH instituídos como instrumentos de gestão de recursos hídricos pela Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH/Lei nº 9.433/97.

último terá maioria dos votos nas decisões a serem implementadas. Neste sentido, Ribeiro (2009, p. 126) descreve a adoção da bacia hidrográfica como escala de gestão:

[...]Esse sistema é complexo, pois combina elementos dinâmicos, como a pluviosidade e o clima, que atuam sobre a litologia, sobre o solo e sua cobertura, seja ela natural ou produzida. No caso de um espaço produzido, tanto agrícola quanto urbana, as ações das águas podem ser benéficas, como a irrigação, mas podem também gerar situações de risco, em especial em fundos de vale ocupados em cidades.

Frente aos desafios da participação da sociedade civil nas políticas de gestão da água, seja pelo desconhecimento da temática, seja pelo apelo econômico da disponibilidade quantitativa dos recursos hídricos no país, a degradação qualitativa da água para os diversos usos vem correndo de modo acentuado nas cidades brasileiras.

Conforme destaca o relatório Informe Anual da ANA (2020), do ano de 2019, sobre a qualidade das águas no Brasil, os piores índices de qualidade da água concentram-se nas regiões metropolitanas ou próximos aos centros urbanos. A demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento previsto de aproximadamente 80% no total retirado de água nos últimos 20 anos. A expectativa é de que até 2030 a retirada aumente para 23%. A evolução dos usos da água está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país. As demandas de consumo pelos serviços de água no país são para os setores agropecuário com 77,7%, abastecimento humano com 11,4%, industrial com 10,6 % e para produção de energia com 0,3%.

O crescimento da população e o desenvolvimento econômico do país tem aumentado, significativamente as demandas pelos usos da água nos últimos anos. Essas mudanças não têm acompanhado a disponibilidade deste recurso, que vem sendo reduzido nas cidades, principalmente pelo lançamento sem tratamento de efluentes líquidos e sólidos no solo e nos rios. Segundo este relatório, a redução da disponibilidade dos recursos hídricos muito tem contribuído para o estresse hídrico e consequente em conflitos, como na região Sudeste pelos usuários de água para irrigação, abastecimento humano e industrial e no Sul pela irrigação e abastecimento humano.

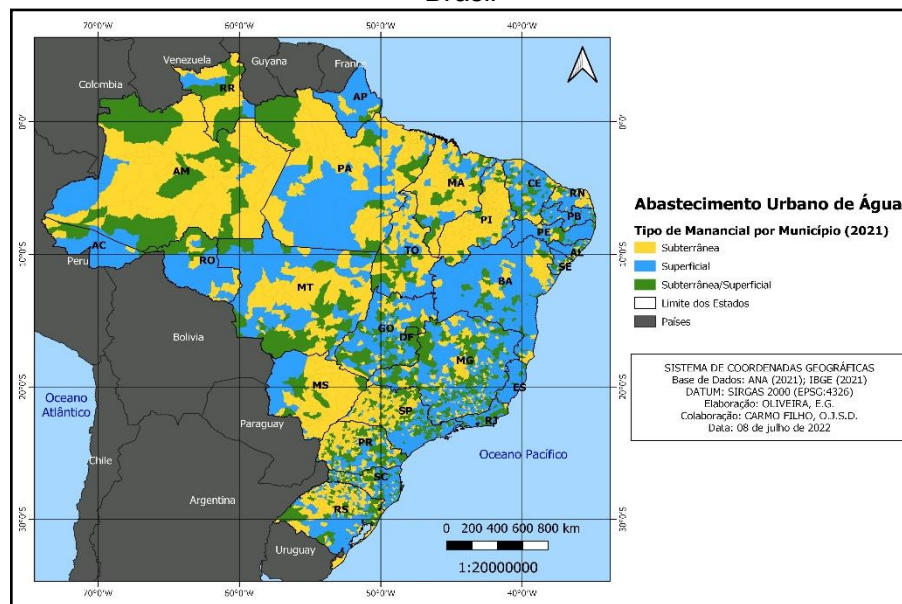
Nas cidades o abastecimento urbano é o maior consumidor deste recurso, respondendo por 24,3% de toda água retirada no ano de 2019. Conforme o relatório



da ANA (2020) essa captação ocorre de forma concentrada nos aglomerados urbanos, o que tem pressionado cada vez mais o manancial hidrográfico nestas regiões. A rede de distribuição da água nas cidades contempla 93,4 % dos cidadãos, contudo, tem um índice de perda na sua rede de aproximadamente 40,1%, que não é contabilizado no registro final consumido pelos usuários<sup>32</sup>.

Segundo dados do relatório Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021), quanto as fontes de captação da água para o abastecimento humano, 43% dos centros urbanos do país utilizam as águas superficiais de rios e reservatórios e 14% possuem abastecimento misto, são aqueles que utilizam tanto o manancial superficial quanto subterrâneo. Estes usos correspondem a 57% das águas superficiais, predominantemente consumida nas cidades, estão presentes em 3.169 sedes urbanas, concentra 156 milhões de pessoas, o que corresponde a 85% de toda população brasileira atendida atualmente, conforme figura 8.

**Figura 8** - Tipos de fonte de captação da água para abastecimento humano nas cidades do Brasil



**Fonte:** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, 2021.  
 Organizado pelo autor, 2022.

<sup>32</sup> Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS do Diagnóstico Temático: Serviços de Água e Esgoto, 2021. Disponível em: [https://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2021.pdf](https://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf). Acesso em: 08/02/2022.

Ainda segundo este relatório 40% da água utilizada nas sedes urbanas para o abastecimento, é exclusivamente subterrânea e 3% do abastecimento é misto com dominação da captação do manancial subterrâneo; isso corresponde a 15% da população atendida do Brasil. Neste contexto, os dados deste relatório destacam que 57% dos municípios da região Norte são atendidos por águas subterrâneas, e deste total 27% para consumo da população urbana de aproximadamente 3,88 milhões de pessoas. Cabe destacar que esta região é detentora da maior reserva de água superficial do país. O mesmo acontece nas sedes urbanas nas regiões Sul com 55% e Nordeste com 33%, que utilizam as águas subterrâneas para abastecimento.

Quando esses dados de abastecimento urbano atendidos pelo manancial subterrâneo são espacializados por Estado da federação, conforme relatório da ANA (2021), os estados que apresentam mais de 70% das águas subterrâneas utilizadas em suas sedes urbanas, foram Mato Grosso do Sul com 81%, Piauí (78%), Maranhão (74%), Pará (74%) e Amazonas com 71%, isso corresponde ao atendimento de aproximadamente 7 milhões de pessoas nas cidades destes estados.

A pressão de ocupação e uso do solo urbano pelo processo de urbanização e o desenvolvimento dos diversos setores da economia tem propiciado uma redução significativa dos recursos naturais nas cidades brasileiras. A ausência ou ineficiente infraestrutura sanitária de coleta e tratamento das águas residuais na escala urbana, tem reduzido, significativamente a disponibilidade e qualidade do manancial hidrográfico nas cidades.

Conforme dados do relatório Anual de Avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab (2021), em 2019 a cobertura do sistema de distribuição de água, poço ou nascente (com canalização interna nas residências) atende, aproximadamente 68,5 milhões de domicílios urbanos e rurais, o que representa 94,6% do abastecimento de água do país. Nos centros urbanos atende cerca de 61,5 milhões de domicílios e representa 97,8%. Em relação a 2018 houve um aumento de mais de 1,1 milhão de residências urbanas com acesso ao serviço.

Essa evolução no aumento da rede de distribuição da água nas cidades não ocorreu em todas as regiões do país. Nas regiões Norte, Nordeste e Sul os dados indicaram uma pequena involução se comparados aos resultados de 2018. Na região Sudeste apresentou resultados superiores para as metas estabelecidas no ano de

2019, contabilizando atendimento de quase 29,3 milhões (98,85%) de domicílios urbanos atendidos. Na região Norte foi constatado um menor índice de atendimento, dos mais de 4,2 milhões de domicílios urbanos em 2019, cerca de 342,9 mil (8,1%) tinham déficit de acesso ao serviço.

Segundo este relatório, quanto aos padrões de potabilidade da água estabelecidos pelo Ministério da Saúde na Portaria nº 2.914/2011<sup>33</sup>, no que diz respeito aos parâmetros microbiológicos, em 280 (6,7%) dos municípios que fazem parte de uma amostra de 4.176 municípios analisados, não atenderam os requisitos mínimos quanto aos valores permitidos pela legislação de *Escherichia Coli* presente na água consumida pela população. Em relação as regiões do país a região Nordeste foi a que menos informou dados sobre atendimento desse parâmetro de potabilidade dentre os 1.185 municípios analisados, em 174 municípios não houve disponibilização de dados referente a esse parâmetro.

Quanto aos domicílios urbanos servidos com rede coletora ou fossa séptica para as águas servidas e do esgotamento sanitário, conforme dados do Plansab (2021), em 2019 comparado ao ano anterior, ocorreu um aumento no acesso a esse serviço. Neste interim, em 2019 esse serviço alcançou mais de 51 milhões (81,2%) de residências urbanas no Brasil, reduzindo o déficit para aproximadamente 11,8 milhões de domicílios ainda não atendidos.

No que diz respeito ao tratamento do esgoto coletado, ainda segundo este relatório o volume de esgoto coletado em 2019 no Brasil foi cerca de 6,5 bilhões de m<sup>3</sup>, dos quais 4,5 bilhões de m<sup>3</sup> (69,8%) foram tratados. Neste contexto, foi constatado um incremento de 3,4% no tratamento do esgoto coletado em comparação a 2018, que havia registrado um volume de aproximadamente, 4,3 bilhões de metros cúbicos não tratados.

Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste houve um retrocesso no tratamento dos efluentes em relação ao ano de 2018. Mesmo assim, a região Norte ainda se aproximou da meta prevista estabelecida para o ano de 2023. O Sudeste foi o que mais se manteve longe da meta, mesmo sendo a região do país que mais realizou

---

<sup>33</sup> Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914 de 12 de Dezembro de 2011, Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 02/03/2020.

o tratamento de efluentes produzidos, dos quais 4,0 bilhões de m<sup>3</sup> de esgoto coletado, 2,8 bilhões de m<sup>3</sup> (69,5%) foram tratados. Diante destes resultados, salienta-se que os percentuais analisados acima de cada município, são atribuídos apenas a capacidade de tratamento das Estações de Tratamento de Efluentes – ETEs e não o tratamento efetivo dos esgotos coletados.

Quando se inclui o índice de tratamento de esgotos coletados efetivo, segundo dados do Plansab (2021), os resultados indicam que no ano de 2019 apresentaram uma evolução deste indicador em relação a 2018, tanto na média nacional quanto nas regiões, à exceção foi o Nordeste. As regiões que obtiveram os maiores percentuais de tratamento efetivo dos efluentes produzidos foram o Centro-Oeste com 56,8 e o Sudeste que registrou 55,5%. A região Norte apresentou o menor índice, tendo tratado 22% de todo esgoto produzido.

Pode-se constatar nestes relatórios quanto ao tratamento de efluentes produzidos nos municípios brasileiros, que de 30 a 40% são lançados sem qualquer tratamento nos rios, mesmo naquelas regiões do país onde há o maior percentual de tratamento dos efluentes produzidos. Além disso, uma parcela significativa dos efluentes não tratados que é lançado nos rios, tende a cada ano aumentar os custos de produção do tratamento da água para o abastecimento humana, dentre outros serviços de água oferecidos a população.

Conforme dados disponibilizados na figura 08 no relatório da ANA (2021), uma parcela significativa dos municípios brasileiros já vem utilizando as reservas de água subterrânea para o abastecimento. O que nos leva a duas reflexões, a primeira é que este tipo de manancial hídrico tem custos baixos para captação e distribuição, principalmente na região Norte onde há pouca fiscalização. E por último, se torna atrativo nas regiões do país onde o tratamento de fluentes produzidos é baixo, e a contaminação das águas superficiais fica inviabilizada pelos custos de tratamento frente as demandas da população e dos setores econômicos.

Nas regiões brasileiras mais populosas a degradação da água nas últimas décadas vem reduzindo sensivelmente seus mananciais. E, pontualmente tem gerado conflitos pelo uso da água nas regiões nordeste, sudeste e sul do país. Historicamente, a região nordeste, devido as suas características naturais quanto a reduzida disponibilidade de água. Nas regiões sudeste e sul as demandas pelos serviços de

água nos setores primário, industrial e terciário já estão sendo impactadas pela quantidade e qualidade da água disponível.

Segundo Cosme (2020), nos dados disponibilizados pelo Relatório Conflitos no Campo: Brasil, 2019 da Comissão da Pastoral da Terra registrou 489 conflitos pelo uso da água com envolvimento de 69.793 famílias. Em comparação com o ano anterior houve um crescimento de 77%. Quando esses dados são realizados por média de conflitos, desde 2002 a 2014 ocorreram 65 conflitos por ano e de 2015 a 2019 a média anual chegou a 254.

Pode-se observar nos últimos cinco anos que os conflitos pelos usos da água, tem se intensificado, sejam pelas demandas dos usos múltiplos dos serviços de água ou pela redução de sua disponibilidade. Dentre as atividades econômicas que mais causaram impactos socioambientais e perda da qualidade da água, foi a mineração no ano de 2019 com 38,8% dos conflitos registrados, onde envolveu 16.391(23,4%) do total de famílias envolvidas. (COSME, 2020, p. 142).

Neste contexto, várias capitais e centros urbanos de grande e médio porte já sofrem com algum tipo de escassez hídrica, notadamente nas regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro e na maioria dos estados da região Nordeste. Os fatores podem ser desde as condições naturais, ao crescimento da população nas áreas urbanas, aumento das atividades econômicas, mudanças climáticas e o lançamento dos efluentes oriundos do esgoto doméstico sem tratamento no solo e no manancial hidrográfico.

Conforme dados do Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos da ANA (2021), de 2017 a 2020 cerca de 89 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, o que representa, aproximadamente 15 vezes mais que por cheias. Foram quantificados 7.571 eventos de seca conexos a danos humanos, quase 10 vezes mais que os de cheias (730). Em 2020, mais de 10 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens, sendo contabilizados 1.637 eventos no ano.

Ainda segundo o relatório informes da ANA (2021), desde 2012 se tem observado o aumento de escassez hídrica em diferentes regiões do país, caracterizadas por reduzidos níveis de vazões e de armazenamento dos reservatórios. Pode-se notar um padrão espacial de expansão das situações no território brasileiro, principalmente de secas intensas e prolongadas, desde então. Essas crises podem

intensificar os conflitos pelos usos múltiplos da água, desde o abastecimento humano até os setores da economia como na produção agropecuária, na indústria e geração de energia.

Para Tucci (2008), a retirada da vegetação, impermeabilização e obstrução do escoamento superficial do solo vem propiciando o assoreamento dos canais de drenagem, assim como inundações cada vez mais constantes nas cidades. A ocupação das margens é fator desencadeador de distúrbios nas bacias. Os resíduos sólidos lançados nos canais de drenagem, além da ocupação de moradias nas suas margens proporcionam um acentuado processo de assoreamento dos canais e, conseqüentemente processos erosivos como ravinas e voçorocas, que interferem diretamente na infiltração da água no período de chuvas mais intensas, causando transbordamentos de suas margens.

Segundo dados do Plansab (2021), nas cidades o serviço de coleta dos resíduos sólidos foi expressivo nos anos de 2018 a 2019, alcançando cerca de 61,6 milhões de domicílios atendidos por coleta direta e indireta, isso corresponde a 97,9% das metas de atendimento estabelecidas para o ano de 2023. Com isso, houve uma redução no déficit de aproximadamente 36,8 mil residências urbanas entre esses anos.

Todavia, quanto ao armazenamento e tratamento ambientalmente adequado destes resíduos, dos 3.880 municípios que responderam qual foi o destino dos resíduos sólidos ao Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS<sup>34</sup> em 2019, 1.807 dos municípios analisados na amostra da pesquisa, ou seja, 46,6% ainda armazenava seus resíduos sólidos coletados de maneira ambientalmente inadequada em aterros controlados ou lixões. Neste contexto, em 2019 a região Sul continua sendo a que mais se aproximou da meta prevista para o ano de 2023, contabilizando 88,5% dos resíduos produzidos armazenados em aterros sanitários. Em oposição, a região Norte apresentou o maior percentual de municípios com solução inadequada para disposição final dos resíduos com 84,7%, permanecendo como a região mais distante da meta prevista para 2023.

No cenário que se apresenta no Brasil por meio destes relatórios acima analisados, fica evidente que a gestão dos recursos naturais ainda é bastante

---

<sup>34</sup> Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS. Disponível em: <https://snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 20/03/2022.

negligenciada pela ineficiente ou ausente infraestrutura, para gerenciar os impactos socioambientais oriundos das atividades humanas no ambiente. Outro aspecto a se considerar na escala local e até regional, é que esses impactos vêm intensificando os fenômenos naturais de secas e inundações, principalmente nos centros urbanos, onde o processo de urbanização ocorre sem planejamento, no que diz respeito a conservação dos recursos naturais.

As mudanças climáticas na escala global têm alterado o clima do planeta, no que se refere ao aumento das temperaturas nas últimas décadas com maior intensidade. Assim, como a influência das atividades antrópicas é uma realidade na escala local, seja pela vulnerabilidade dos indivíduos em responder a determinado fenômeno impactante de seca, inundação ou ao ambiente natural degradado, como por exemplo, a poluição das águas nos rios quanto a sua qualidade e quantidade disponível para as diferentes demandas da sociedade. Neste contexto, Mendonça et al. (2016, p. 345) analisa:

[...] não se pode delegar ao clima os problemas inerentes à escassez hídrica, pois o padrão principal das chuvas, especialmente sobre as regiões tropicais, é a elevada variabilidade espacial e temporal. Portanto, esta dinâmica deve ser considerada na gestão dos recursos hídricos, pois o clima não responde pela falta de planejamento, de investimentos, de infraestrutura e da organização espacial condizente com as características físicas e ambientais, assim como, das demandas do local ou da região ocupada.

Para Jacobi (2009), é preciso entender as políticas hídricas no contexto das políticas socioambientais, que se articulam com outras esferas institucionais, possibilitando a transversalidade, no sentido de formular metas e diretrizes pautadas na escala dos problemas em nível regional e local. Isto dará ênfase à gestão compartilhada na (co)responsabilização da gestão da cidade e na qualidade de vida dos cidadãos.

Apesar dos avanços na gestão das águas nas últimas duas décadas no Brasil, conforme este autor, ainda existe um descompasso na implantação por parte dos gestores públicos em realizar as ações necessárias a conservação deste recurso, mesmo frente as demandas cada vez mais crescentes da sociedade. Essa inoperância e falta de mudança qualitativa no enfrentamento dos problemas socioambientais, tem afetado na quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Sendo assim, a degradação da água nos rios urbanos reflete em última instância a desconexão das medidas de gestão da água no território, pois, tais medidas ainda não consideram os problemas socioambientais como partes interconectadas dos aspectos naturais, sociais, ambientais e econômicos. Neste sentido, a qualidade de cada corpo d'água está relacionada à geologia, ao tipo de solo, ao clima, ao tipo e quantidade de cobertura vegetal e ao grau e modalidade de atividade humana.

Em um cenário de recursos hídricos cada vez mais escassos e a crescente demanda pelos serviços de água nas próximas décadas impõe uma governança das águas nacionais e internacionais, cada vez mais eficiente e compartilhada, de modo que o planejamento territorial de uso e ocupação dos solos minimize, sensivelmente os impactos na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas. Portanto, a gestão dos recursos hídricos de forma integrada poderá ser uma ferramenta fundamental frente a um planeta em mudanças.

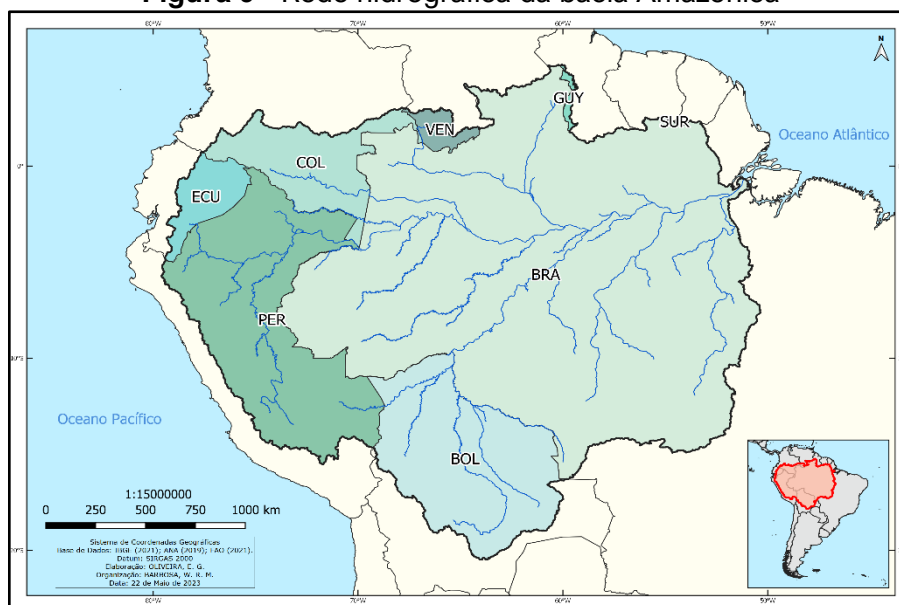


## CAPÍTULO 2

### ANÁLISE ESPAÇO-TERRITORIAL DAS ÁGUAS TRANSFRONTEIRIÇAS NA BACIA AMAZÔNICA

Para se abordar sobre a questão das águas transfronteiriças, cabe destacar, inicialmente o conceito de fronteira, seus aspectos sociais e econômicos envolvidos, a fim de entender como os interesses distintos dos agentes públicos, privados e da sociedade civil tem influenciado no processo de ocupação territorial da bacia Amazônica, conforme ilustrada na figura 9. E como essa dinâmica de apropriação do território tem impactado de forma direta e indireta na qualidade da água consumida pela população nesta região.

**Figura 9 - Rede hidrográfica da bacia Amazônica**



**Fonte:** ANA, FAO e IBGE (2019;2021). Organizado pelo autor, 2023.

Segundo Martin (1994, p. 47) é importante assinalar primeiro a distinção de “limite” e “fronteira”, pois são termos comumente empregados como sinônimos, mas têm significados completamente díspares. De modo que limite significa uma linha imaginária, que divide um território nacional de outro, pode ser ou não demarcado por objetos naturais ou artificiais, e devido ao seu caráter abstrato não pode ser habitado, enquanto fronteira constitui-se de uma faixa ou de uma zona, “muitas vezes bastante

povoada, onde os habitantes de Estados vizinhos podem desenvolver intenso intercâmbio, em particular sob a forma de contrabando”.

A atuação do Estado nessas regiões de fronteira é muito impactada pela dificuldade de controle e fiscalização, por estarem distantes do centro de decisão dos países. Outro aspecto que está atrelado a essa perspectiva é a soberania dos estados nacionais. Conforme Quadros e Silva Filho (2019, p. 5), a globalização mudou as relações de soberania entre os países, uma vez que eles dependem mais de múltiplos interesses e eventos externos para a promoção das suas políticas socioeconômicas do que das suas próprias forças institucionais.

Para estes autores embora exista o reconhecimento formal do princípio da proteção pelos Estados, não é difícil identificar a sua falta de efetividade no contexto internacional. No que diz respeito às águas internacionais, observa-se contínuos e flagrantes infrações ao princípio da proteção, uma vez que a negligência dos próprios países em relação à falta de fiscalização das atividades dentro dos seus territórios, sendo flagrante casos de degradação hídrica causados, principalmente pela agricultura e mineração, que têm provocado danos constantes nas águas que fluem para os Estados fronteiriços à jusante.

Neste contexto, as legislações brasileira e colombiana, citadas aqui como exemplo, definem faixas e/ou zonas de fronteira como áreas de interesse especial e de segurança nacional. Além de estabelecer diversas diretrizes para estimular o desenvolvimento socioeconômico e de proteção dos recursos naturais nessas regiões. No caso brasileiro, com base no Art. 1º da Lei nº 6.634, de 02 de maio de 1979, define a “Faixa de Fronteira” como uma área que compreende uma faixa interna ao território brasileiro de 150 km de largura, paralela à linha divisória terrestre que divide o território nacional de outro país. E na Colômbia com base no Ley 191 del 3 de junio de 1995, no Art. 1º estabelece um régimen especial para las “Zonas de Frontera”, con el fin de promover y facilitar su desarrollo económico, social, científico, tecnológico y cultural.

Por fim, Faria et al. (2012, p. 64) destaca que as fronteiras existentes hoje não são mais apenas fixas e lineares, elas podem ser fluídas, móveis, dinâmicas, quando refletimos no avanço da tecnologia, dos meios técnicos informacionais, das relações econômicas, dos intercâmbios de conhecimento, força de trabalho e cultura. Com base nessas premissas *a priori* de proteção territorial dos países da bacia amazônica

no que tange a gestão dos recursos hídricos transfronteiriços, destaca-se, como vem ocorrendo, a implantação e/ou execução dos planos, projetos e ações desenvolvidos pela Organização do Tratado de Cooperação Amazônica.

Segundo Dourado Júnior (2014), o Tratado de Cooperación Amazónica - TCA<sup>35</sup> assinado pelos países amazônicos em 03/07/1978 na cidade de Brasília pelas Repúblicas da Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, tem como objetivo unir esforços a fim de promover o desenvolvimento harmônico e equitativo da Amazônia, assim como na melhoria da qualidade de vida dos seus povos.

Cabe salientar que a inclusão destes oito países no TCA ocorreu, principalmente em função das características naturais da região Amazônica em seus limites políticos administrativos, assim como da importância ambiental, social e econômica para os moradores desta região e para mundo.

Segundo Dourado Júnior (2014, p. 173), as partes acordadas por esses países reconheceram as seguintes ações prioritárias:

- ✚ A necessidade de equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental;
- ✚ A preservação ambiental é atividade inerente à soberania dos Estados;
- ✚ A conjugação de esforços é uma das formas de facilitar o efetivo cumprimento da tarefa estatal de proteção ecológica da Amazônia;
- ✚ A cooperação das nações latino-americanas é fundamental para a integração e para a solidariedade em toda a América Latina, e;
- ✚ A mútua colaboração resultará em benefícios para cada um dos países signatários e para a Amazônia, como um todo.

Ainda conforme este autor em 14/12/1998, na cidade de Caracas na Venezuela os países membros do TCA reafirmaram os princípios e objetivos propostos anteriormente acordados, e, considerando a oportunidade de aperfeiçoar e fortalecer as bases legais, instituíram o Protocolo de Emenda ao TCA. Por sua vez; este protocolo criou a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA, com personalidade jurídica e atribuição de ratificar acordos com os países membros do

---

<sup>35</sup> Base Jurídica del Tratado de Cooperación Amazónica, 2013. Disponível em: <https://octa.org/pt/wp-content/uploads/2021/04/Base-Juridica-2003-2012.pdf>. p. 13-17

TCA, assim como com estados não membros e com distintas organizações internacionais. Sua instalação definitiva só correu quatro anos depois em março de 2003 com sede na cidade de Brasília.

Desde as primeiras tratativas dos países amazônicos no que tange a gestão das águas internacionais ou fronteiriças tem-se avançado pouco na implantação e/ou continuidade de projetos e ações estruturantes até o momento. Uma das hipóteses para isso é a ideia da quantidade de água disponível nesta região. Mas o que se apresenta são os graves problemas de qualidade da água para os diversos usos e na última década até escassez quantitativa em algumas cidades nestes países.

Pautado nessas contradições socioambientais da Amazônia e na realidade da população, remete-se a reflexão quanto a gestão das águas nas cidades amazônicas, uma vez que o crescimento demográfico atrelado ao desenvolvimento econômico se tem mostrado significativo nesta região nas últimas décadas. Nesta ótica abordar-se-á como tem sido implementado em algumas cidades fronteiriças dos países amazônicos a gestão das águas internacionais compartilhadas com a região norte brasileira, dando ênfase as tratativas que vêm ocorrendo no gerenciamento da água nos estados do Amazonas brasileiro e colombiano.

## **2.1 Políticas Bilaterais e Multilaterais adotadas pela OTCA para conservação das águas na Bacia Amazônica**

Em ação conjunta no dia 25/06/2005 a OTCA, Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos (SG/OEA) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) firmaram um acordo para formular a construção do Projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do rio Amazonas Considerando a Variabilidade e as Mudanças Climáticas - Projeto GEF Amazonas<sup>36</sup>.

Segundo Dourado Júnior (2014), o projeto pretendia desenvolver uma visão que compartilhasse o gerenciamento integrado e sustentável dos recursos hídricos, ponderando a dinâmica e as mudanças climáticas na bacia Amazônica, assim como

---

<sup>36</sup> Plano Estratégico 2004-2012. Disponível em: <https://octa.org/pt/wp-content/uploads/2017/04/Plano-Estratégico-2004---2012-.pdf>.

fortalecer as normativas institucionais para planejar e executar, de maneira ordenada a preservação dos recursos hídricos diante dos impactos eminentes das ações antrópicas e das mudanças climáticas.

No quadro 8, estão descritas as três fases do Planejamento Estratégico de 1978 a 2002<sup>37</sup> e a quarta fase analisada conforme Dourado Júnior (2014), que vão desde o processo de desenvolvimento da política institucional do TCA até a Declaração de Manaus<sup>38</sup> ocorrida em 26/11/2009 na cidade de Manaus. A referida declaração teve como um dos seus objetivos buscar alternativas e parcerias para financiar os projetos a serem implantados, diante aos problemas complexos e disparees da região, assim como estabelecer uma agenda de cooperação regional dos países membros.

**Quadro 8 - Ações do Plano Estratégico 2004 - 2012**

Fases	Período	Ações
Fase I	1978-1989	Caracterizada pela preocupação com a soberania dos Países signatários sobre os respectivos territórios amazônicos e seus destinos. Neste período, observa-se fraca atuação do TCA, atribuída “às diferentes realidades, entre essas pela debilidade institucional e o escasso reconhecimento social, por parte dos Países-Membros, da questão amazônica como uma prioridade para os Estados”;
Fase II	1989-1994	Marcada pelas Declarações de Manaus e pela formulação de posição conjunta dos signatários do TCA junto à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92;
Fase III	1994-2002	Com a criação da OTCA e a instalação de sua Secretaria Permanente em Brasília;
Fase IV	2002-2012	Destaca-se a adoção do Plano Estratégico 2002-2012, que prevê o Programa Regional para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GEF), cuja consequência é o Projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável de Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do rio Amazonas Considerando a Variabilidade e as Mudanças Climáticas – Projeto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA.

**Fonte:** Plano Estratégico 2004-2012 e Dourado Júnior 2014, p. 179-180.

Neste período, os países signatários passaram por processos de construção do arcabouço normativo/legal de gestão dos recursos naturais e de fortalecimento institucional com a criação da OTCA, que estabeleceu uma infraestrutura de gestão compartilhada das atividades e ações futuras, a serem implementadas nacionalmente e internacionalmente.

No segundo momento, o foco foi realizar um planejamento estratégico regional a partir das águas nacionais e internacionais dos países da bacia Amazônica. Neste

<sup>37</sup> Plano Estratégico 2004-2012. *Op. cit.*, p. 11-12.

<sup>38</sup> OTCA, 2013. *Op. cit.*, p. 45-46

contexto, foi constituído o OTCA/PAE<sup>39</sup> (2018) com a proposta de integrar a gestão dos recursos naturais da região pautados no gerenciamento dos recursos hídricos. Sendo assim, o OTCA/PAE (2018, p. 10-11) estabeleceu três pilares norteadores:

- ✚ Visão comum construída e compartilhada pelos países membros para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e o desenvolvimento sustentável da Bacia Amazônica;
- ✚ Análise Diagnóstica Transfronteiriça – ADT<sup>40</sup> regional, que possibilitou identificar os problemas transfronteiriços prioritários da bacia;
- ✚ No PAE estão contidos os resultados e recomendações das atividades do projeto e outras iniciativas desenvolvidas OTCA.

Segundo este programa, a bacia Amazônica enfrenta diversos desafios para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos – GIRH transfronteiriços no conjunto de seu desenvolvimento socioeconômico e dos impactos antropogênicos e climáticos. Além disso, a dimensão hidrográfica-territorial heterogênea da bacia Amazônica que percorre oito países, impõe a necessidade de implantação de programas, projetos e marcos regulatórios regionais para atender as necessidades da população e fomentar o desenvolvimento sustentado da região.

Neste sentido, é estratégico para os países signatários da OTCA a preservação das nascentes dos rios que compõem a bacia Amazônica na região dos páramos andinos, pois, todo o sistema hidrográfico desta bacia hidrográfica depende diretamente da conservação dessas áreas. Além disso, sua manutenção poderá contribuir para a mitigação de eventos hidroclimáticos extremos (estiagens e inundações) cada vez mais constantes, que vêm ocorrendo, principalmente nas zonas úmidas da Amazônia.

---

<sup>39</sup> Programa de Ações Estratégicas, Estratégia Regional para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Amazônica. Disponível em: [https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2021/07/PAE\\_amazonas\\_port.pdf](https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2021/07/PAE_amazonas_port.pdf).

<sup>40</sup> A Análise do Diagnóstico Transfronteiriço (ADT) é um documento técnico-científico que identifica, quantifica e estabelece prioridades para os problemas relacionados com a água que são de natureza transfronteiriça. A ADT está estruturada sobre dois pilares fundamentais: (i) a informação e experiência disponíveis sobre os diversos aspectos da GIRH na Bacia Amazônica, e (ii) a participação dos principais atores nacionais (instituições, organizações públicas e privadas, etc.) relacionados com a GIRH identificando a percepção dos principais problemas transfronteiriços, seus impactos e suas causas subjacentes. O desenvolvimento do ADT-Regional da Bacia Amazônica se deu em 11 Oficinas ADT-Nacionais, com a participação de mais de 470 representantes de instituições dos 8 países membros da OTCA e a validação oficial dos resultados. OTCA/PAE. *Op. cit.*, p. 84

Nos anos de 2005, 2010 e 2014 intensas estiagens atingiram a Bacia Amazônica, provocando a mortandade de milhares de toneladas de peixes e drásticos impactos socioeconômicos em comunidades ribeirinhas<sup>41</sup>. A seca de 2010, conforme boletim nº 27 da CPRM<sup>42</sup> (2010) registrou 13,63 metros de nível mais baixo no Porto de Manaus, e foi a pior seca já registrada em 102 anos de monitoramento.

Em relação às inundações destaca-se a ocorrida na bacia do rio Madeira em fevereiro de 2014 que afetaram os estados do Acre e Rondônia. Em março de 2014 se registrou na cidade de Porto Velho um fluxo de 56.000 m<sup>3</sup>/s em comparação com a descarga máxima climatológica de 38.000 m<sup>3</sup>/s para o período (OTCA/PAE, 2018, p. 129). Diante desta situação, a cidade de Rio Branco decretou por dois meses estado de calamidade pública devido as fortes precipitações. Essas inundações deixaram, aproximadamente 100.000 mil famílias desabrigadas e custou para os cofres públicos da prefeitura de Porto Velho U\$1,7 bilhões de dólares para a reconstrução e construção das áreas atingidas.

Conforme Análise Diagnóstica Transfronteiriça – ADT deste programa as principais causas da poluição dos rios na bacia Amazônica foi a extração de matérias-primas para a exportação, como ouro, madeira, petróleo e os diferentes produtos florestais; as áreas inundadas das grandes hidroelétricas; a expansão da pecuária e as atividades agroindustriais através do uso intensivo de pesticidas, e o intenso transporte fluvial. Nos centros urbanos a qualidade da água também está ameaçada, principalmente pelas águas residuais domésticas e industriais lançadas sem tratamento nos rios.

Foi identificado nas ADT, debatida nas reuniões de ADT- Nacionais de forma direta ou indireta pelos países amazônicos como um dos principais problemas transfronteiriços enfrentados na bacia Amazônica é a preocupação com a contaminação de suas águas e os possíveis impactos sobre sua potabilidade, acarretados pelos seguintes fatores e/ou causas básicas, conforme OTCA/PAE (2018, p. 85):

---

<sup>41</sup> Neste contexto comunidade ribeirinha é entendida como uma área rural localizada a margem do rio. Uma característica muito comum de povoamento pela população residente nas margens dos rios da bacia Amazônica.

<sup>42</sup> Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=652&sid=34>. Publicado em: 17/09/2010.

- ✚ Pobreza em comunidades e populações locais;
- ✚ Crescimento demográfico e migração;
- ✚ Centralismo do poder político e econômico;
- ✚ Escassa educação ambiental e cultura da água;
- ✚ Conflitos socioambientais e territoriais;
- ✚ Escassas oportunidades de emprego em cidades e zona rural;
- ✚ Insuficiente inovação tecnológica;
- ✚ Escassa capacitação e sensibilização de comunidades e populações locais;
- ✚ Deficiente presença do Estado em comunidades e populações fronteiriças.

Pode-se constatar no documento, que os problemas transfronteiriços dos rios amazônicos que engloba os oito países no que diz respeito a poluição das águas, estão relacionados diretamente aos problemas socioambientais vivenciados pela população. Para além da contaminação das águas explícita, essa construção é consequência direta e indireta das políticas públicas adotadas pelos governos, instituições e empresas que realizam a gestão ambiental/territorial desta região. Os moradores e a degradação da água são o reflexo visível da deterioração e do ineficiente gerenciamento dos recursos naturais, e, conseqüente da água nesta região.

Segundo Empinotti et al. (2021) é preciso reconhecer o caráter político e social para compreender a complexidade das redes e interações, que culminam nas tomadas de decisão distantes da bacia hidrográfica. Neste sentido, é fundamental identificar as interrelações e como elas se estruturam por meio da água, pelo aparato tecnológico e de sua infraestrutura instalada.

Ainda conforme Empinotti et al. (2021, p. 184), a apreensão de território e de sua materialidade permite avançar na análise dos “territórios hidrossociais<sup>43</sup>”, uma vez que se compreende que estas disputas nascem de projetos e interesses territoriais

---

<sup>43</sup> Hydrosocial territories and the contested imaginary and socio-environmental materialization of a spatially bound multi-scalar network in which humans, water flows, ecological relations, hydraulic infrastructure, financial means, legal-administrative arrangements and cultural institutions and practices are interactively defined, aligned and mobilized through epistemological belief systems, political hierarchies and naturalizing discourses (BOELEN et al., 2016, p. 2).



antagônicos, que visam ratificar fronteiras, organização socio natural e controle uma determinada finalidade em uma escala espacial específica.

Embora os problemas de contaminação das águas na região, sejam ainda pontuais nos grandes e médios centros urbanos, as cidades com menos de 50 mil habitantes consideradas de pequeno porte, e, mesmo em áreas rurais e/ou comunidades ribeirinhas a degradação da água já vem sendo constatada.

Dentre os aspectos que impõe maior dificuldade para um diagnóstico mais conciso de análise da qualidade da água dos rios amazônicos, se dá pela “enorme extensão territorial”, e, pela necessidade de “contar com laboratórios e equipes técnicas especializadas disponíveis” na região Amazônica, principalmente nas áreas de fronteira onde se localiza as cidades de pequeno porte e nas áreas rurais isoladas (OTCA/PAE, 2018).

Neste contexto, está sendo implantada desde o segundo semestre de 2021 uma “Sala de Situação e Monitoramento” no LAFRON-FVS na cidade de Tabatinga. Nesta sala estão representantes também da Colômbia e do Peru. Algumas ações vêm sendo desenvolvidas de acompanhamento e monitoramento, principalmente dos casos de Covid-19, e, de outras doenças endêmicas da região. Nesta região de fronteira a infraestrutura de saúde é precária, e, é na cidade de Tabatinga que se apresenta a melhor infraestrutura de saúde. Além disso, a cidade oferece os serviços de saúde gratuitamente enquanto em Letícia e na Ilha de Santa Rosa os serviços de saúde são privatizados. Sendo assim, a maior parte da população desta região é atendida na cidade de Tabatinga, isso tem gerado sobrecarga nos serviços de saúde disponibilizados aos moradores.

No que tange a potabilidade da água, algumas ações de monitoramento vêm sendo realizadas pelo LAFRON-FVS por meio de análises microbiológicas básicas (*Coliformes Totais e Escherichia coli*) da água utilizada em escolas estaduais, municipais e diversas instituições públicas da cidade para o consumo humano. No mês agosto de 2022<sup>44</sup> o Ministério da Saúde realizou em parceria com o LAFRON-FVS

---

<sup>44</sup> Está informação é resultado dos levantamentos de campo junto ao LAFRO-FVS Tabatinga que no mês de agosto estava presente uma equipe do Ministério da Saúde para realização das vistorias e coleta da água para análise que seria realizada na cidade de Manaus. O intuito foi verificar a qualidade da água consumida pela população, pois no mês de setembro ocorre o Festival Internacional de Tribos do Alto Solões - Festisol é um evento que movimenta esta região de fronteira e estimula a visita de muitos turistas de outras localidades dos três países.

vistorias e coleta da água em vários estabelecimentos comerciais (restaurantes), para verificar a qualidade da água fornecida a população no preparo dos alimentos disponibilizados.

Segundo OTCA/PAE (2018), a proteção das águas subterrâneas é uma das prioridades e preocupações discutidas na ADT, uma vez que vem crescendo nos centros urbanos amazônicos o uso das águas subterrâneas para o consumo humano e uso doméstico por meio dos poços tubulares. Geralmente a perfuração desses poços é realizada sem normas e critérios geológicos e ambientais adequados, junto as, instituições de regulamentação, fiscalização e monitoramento, deixando a água desses poços susceptíveis a contaminação pelo ambiente do seu entorno. As possíveis causas de contaminação são a percolação da água oriunda dos canais de drenagem superficiais poluídos, que recebe as águas residuais sem tratamento devido a precária infraestrutura de saneamento básico ou ausência nas cidades da região.

Neste interim, no ano de 2005 foi realizada uma reunião do Programa Aquíferos Transfronterizos de las Américas – ISARM<sup>45</sup> (UNESCO/OEA) na cidade de São Paulo, a fim de identificar e caracterizar os aquíferos transfronteiriços do continente Sul-americano com ênfase na Bacia Amazônica.

Conforme dados disponibilizados no relatório Sistemas Aquíferos Transfronterizos en las Américas: Evaluación Preliminar (UNESCO/ISARM, 2007) foram identificados 29 aquíferos na América do Sul<sup>46</sup>, e, um na Bacia Amazônica, o Sistema Aquífero Amazonas, assim denominado preliminarmente. Sua área de extensão corresponde aproximadamente a 3.950.000 km<sup>2</sup> e engloba seis países, Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru, Equador e Venezuela.

Este aquífero segundo este relatório compreende as províncias hidrogeológicas da América do Sul denominadas Amazonas e Orinoco, onde se encontram diversos tipos de aquíferos constituídos de sedimentos não consolidados e consolidados. Por

---

<sup>45</sup> El Programa ISARM Américas es una iniciativa regional para el continente americano, y fue desarrollado entre los años 2003 y 2015 por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO y el Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de Estados Americanos (OEA). Disponible em: <https://isarm-americas.org/sobre-isarm-americas/>.

<sup>46</sup> Choco – Darién; Táchira-Pamplonita; La Guajira; Grupo Roraima; Boa Vista-Serra do Tucano-North Savanna; Zanderij; Coesewijne; A-Sand/B-Sand; Costeiro; Talcán-Ipiales; Zarumilla; Puyango-Tumbes-Catamayo-Chira; Amazonas; Titicaca; Pantanal; Agua Dulce; Ollagüe-Pastos Grandes; Concordia/Escritos-Caplina; Aquidauana-Aquidabán; Caiuá/Bauru-Acaray; Guaraní; Serra Geral; Litonáneo-Chuy; Permo-Carbonífero; Litoral Cretácio; Salto-Salto Chico; Puneños; Yrendá-Toba-Tarijeño e El Cóndor-Cañadón del Cóndor. UNESCO/ISARM. *Op. cit.*, p. 12.

estar localizado em uma área pouco habitada e de difícil acesso, este aquífero ainda é pouco conhecido, sendo necessário maior conhecimento por parte dos países onde está localizado.

Mesmo assim, a qualidade da água desse aquífero conforme (UNESCO/ISARM, 2007) em termos de potabilidade existem limitações para o consumo humano, principalmente nas áreas urbanas devido a elevada vulnerabilidade natural, pois, o aquífero tem seu nível freático alto, próximo a superfície. Este fato é um condicionante para sua contaminação devido a construção de poços tubulares irregulares, e, a ausência de saneamento básico nesta região.

Apesar da abundante quantidade de água superficial, as águas subterrâneas são muito aproveitadas pelos países Amazônicos. Sendo largamente utilizada para o consumo humano nas cidades de Rio Branco, Belém, Santarém, Porto Velho e Manaus no Brasil. Também se utiliza as águas deste aquífero nos estados de Barinas, Portuguesa, Guárido, Anzoátegui e Monagas na Venezuela e na cidade de Letícia na Colômbia (UNESCO/ISARM, 2007, p. 124)

Em 2011 o governo brasileiro, por meio da ANA colocou em evidência o projeto “Avaliação dos aquíferos sedimentares na província hidrogeológica da Amazônia Brasileira”, com o intuito principal de levantar conhecimento hidrogeológico sobre os principais sistemas aquíferos da região Amazônica do país, em cinco áreas urbanas piloto nas cidades de Macapá, Porto Velho, Rio Branco, Santarém e Tabatinga (OTCA/PAE, 2018, p. 109).

Consoante este programa, em 2012 o GEF/UNEP<sup>47</sup>/OTCA deram início ao projeto “Gestão Integrada e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da Bacia do Rio Amazonas, considerando a Variabilidade e a Mudança Climática”, com a finalidade de caracterizar de forma preliminar o aquífero Amazonas em dois projetos-piloto, um em Manaus e o segundo na região fronteira de Tabatinga e Letícia.

Desde o segundo semestre de 2022 vem sendo desenvolvido pela Empresa Servicios Hidrogeológicos Integrales – SHI SAS e pela Secretaria Permanente – SP/OTCA<sup>48</sup> o projeto “Avaliação hidrogeológica de vulnerabilidade e de risco para o

---

<sup>47</sup> UN Environment Programme. Disponível em: <https://www.unep.org>.

<sup>48</sup> Contrato de Prestação de Serviços – GEF/MC/650/2022 entre a Secretaria Permanente da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – SP/OTCA e a empresa Servicios Hidrogeológicos Integrales – SHI SAS. A autoridade reguladora deste contrato é o Fundo para o Meio Ambiente Global

desenvolvimento de políticas de proteção e uso das águas subterrâneas para a região transfronteiriça de Letícia (Colômbia) e Tabatinga (Brasil)". O principal objetivo deste projeto é fortalecer a implantação do OCTA/PAE – 2018 acordado por seus países signatários, assim como promover a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos Transfronteiriços.

Além disso, o projeto visa impulsionar as capacidades nacionais e a governança regional da GIRH, melhorar a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, e, garantir dados regionais consistentes para aperfeiçoar a tomada de decisão, no que tange ao planejamento dos recursos hídricos na Bacia Amazônica. Segundo OTCA/SHI (2022, p. 6) as atividades a serem executadas são:

- ✚ Atualizar e ampliar a linha de base da demanda das águas subterrâneas, com base na complementação do inventário de pontos de água existentes nas cidades de Letícia e Tabatinga;
- ✚ Projetar uma rede de monitoramento de qualidade e de níveis das águas subterrâneas, implementá-la com pelo menos uma campanha de monitoramento, e, definir uma estratégia para continuar sua operação ao longo do tempo;
- ✚ Atualizar a avaliação da vulnerabilidade à contaminação do aquífero transfronteiriço, com a metodologia mais adequada com base nas informações atualizadas;
- ✚ Atualizar e complementar a identificação, caracterização e avaliação de potenciais fontes de contaminação (possíveis cargas de poluentes para o aquífero);
- ✚ Realizar uma análise de risco de contaminação do aquífero raso (Risco = Perigo, vulnerabilidade);
- ✚ Definir uma estratégia para mitigar os riscos de contaminação evidenciados;
- ✚ Definir um conjunto de diretrizes locais para o uso e proteção das fontes subterrâneas como um insumo para o desenvolvimento de uma política regional articulada de gestão das águas subterrâneas.

---

(FMAM), a agência implementadora é a PNUMA, e a agência executora é a OTCA. Este contrato terá duração de 1 ano e será realizado no período compreendido entre 07 de julho de 2022 e 06 de julho de 2023. Este documento foi disponibilizado em formato pdf pela Secretaria de Meio Ambiente de Tabatinga.

Segundo este projeto será realizada uma campanha de monitoramento de qualidade e quantidade do aquífero transfronteiriço em 60 pontos representativos do sistema, distribuídos 35 em Leticia e 25 em Tabatinga. A seleção desses pontos envolverá a visita de nascentes, cisternas, poços e piezômetros, que estão localizados na área de interesse.

Contudo, a implantação de infraestrutura e participação dos atores sociais locais seja importante. É fundamental considerar nesta perspectiva as diversas interações dos agentes estatais e privados, e, suas relações de poder e decisão na gestão dos recursos hídricos.

Segundo Boelens et al. (2016, p. 2), os territórios hidrossociais são construídos e produzidos, historicamente por meio das interações sociais, naturais e tecnológicas. Esses territórios se explicitam visivelmente em como o gerenciamento das bacias hidrográficas, fluxos de água, sistemas de uso da água e ciclos hidrológicos, são mediados pelas estruturas de governança e intervenções humanas que interagem com o biofísico, tecnológico, social e político.

Compreender as convergências e/ou divergências intrínsecas de governança da água e os sistemas de planejamento territorial, poderá oferecer formas alternativas de apreender a relação natureza-sociedade-poder, permitindo, assim, uma governança mais justa. Nesta perspectiva, Boelens et al. (2016, p. 8) destaca:

[...] As a consequence, everyday politics over territorial order finds expression in the encounters of diverse political and geographical projects, such as forms of state organization, spatial control over water, and the power relations amongst national and global political and economic alliances. All of these compete, superimpose, and foster their territorial interests to strengthen their water control. Thereby, they continuously transform the territory's hydraulic grid, cultural reference frames, economic base structures, and political relationships.

Para Tadeu e Sinisgalli (2019, p. 63) é possível identificar nos territórios hidrossociais locais, que a disponibilidade hídrica possui menor importância do que os aspectos políticos e econômicos nos conflitos acarretados por escassez ou de prioridades pelo uso da água. Esses conflitos não ocorrem em função da disponibilidade de água, mas sim em função das relações de poder que são estabelecidas por meio da gestão do acesso e dos serviços de tratamento e/ou abastecimento de água.

Há que se considerar os aspectos antropogênicos na gestão e no planejamento das águas, pois a infraestrutura e os interesses *in site* e *off site* interferem, diretamente no gerenciamento dos recursos hídricos. Segundo Empinotti et al. (2021, p. 177), mesmo em um “sistema participativo e descentralizado” de gestão dos recursos hídricos na perspectiva “do paradigma hidráulico”, onde “o sistema produtor de reservação e infraestrutura cinza, com foco no aumento da oferta de água para garantir o abastecimento de uma demanda crescente”, não responde eficazmente as necessidades cada vez mais dinâmicas, junto aos seus diversos atores com interesses distintos.

Nesta perspectiva, se deve analisar, também, os interesses e concepções de gestão dos recursos hídricos das agências financiadoras dos projetos implantados nesta região, pois, conforme Sant’Anna e Villar (2015), em geral os valores e princípios inseridos nos projetos por essas agências remetem a um modelo de governança neoliberal de gerenciamento dos serviços de água e saneamento, abalizada na visão da água restritamente como recurso econômico.

É nessa linha tênue de concepções escalares de interesses, que a bacia Amazônica encontra desafios e possibilidades na gestão de suas águas. Os interesses distintos dos agentes públicos e privados, da economia e da sociedade são o palco dos conflitos socioambientais da água quanto recurso natural. Neste aspecto, cabe pautar a necessidade de inserir as causas antropogênicas da escassez de água, que envolva as políticas públicas adotadas pelos países, estados e municípios no planejamento das águas para sua mitigação. No próximo item abordar-se-á, nesta perspectiva, as normativas legais adotadas para a gestão das águas nacionais e fronteiriças no Brasil e na Colômbia

## **2.2 Aspectos Legais e Normativos da Gestão dos Recursos Hídricos Nacionais e Fronteiriços no Brasil e na Colômbia: Convergências, Divergências e Perspectivas**

No Brasil, a primeira normativa específica para a gestão dos recursos hídricos se institui com o Código das Águas, regulamentado pelo Decreto Federal Nº 24.643 de 10 de julho de 1934. Desde então, os diversos usos e conflitos das águas no país

vêm sendo passíveis de planejamento. Por aproximadamente 63 anos esta política permaneceu sem regulamentação. Dentre suas principais premissas estavam:

- ✚ O uso direto para as necessidades essenciais à vida;
- ✚ A necessidade de concessão e/ou autorização para derivação de águas públicas;
- ✚ O conceito de poluidor-pagador, que previa a responsabilização financeira e penal para atividades que contaminassem os mananciais hídricos.

Segundo Sousa Júnior (2004), a dificuldade de regulação do Código das Águas estava na necessidade de intervenção Estatal na regulação e uso das águas para fins de geração hidrelétrica, que demandou grandes obras de infraestrutura a partir de meados do século passado. Neste contexto, o grande regulador dos recursos hídricos desde 1920 até 1980 ficou nas mãos do setor hidrelétrico de iniciativa privada e, posteriormente sob orientação do Estado.

Neste período se estabeleceram dois marcos regulatórios da administração das águas no Brasil, com a promulgação do Código das Águas, em 1934 e a Constituição de 1988. A superioridade do setor elétrico na gestão das águas, para Sousa Júnior (2004) foi contemplada com a criação, em 1965, do Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), instituído na Lei Nº 4.904/1965; posteriormente esta sigla seria transformada em Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE<sup>49</sup> junto ao Decreto Nº 63.951/1968. Desde então, até a criação da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), em 1995, qualquer regulação associada à gestão e planejamento das águas estava atrelada ao DNAEE.

Esta hegemonia da gestão e planejamento das águas no país só viria a ser quebrada a partir da estruturação do Estado, do ponto de vista político e administrativo, junto à promulgação da Constituição Federal de 1988, mudando, significativamente a administração dos recursos hídricos. Vale destacar alguns preceitos institucionais da CF/88 no Cap. II, Arts. 20 a 24, referente à gestão das águas:

---

<sup>49</sup> Está sigla foi modificada novamente pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/historico>. Acesso em: 14/05/2020.

- ✚ Estabelece que “são bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em seu domínio, ou que banhem mais de um Estado e sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dela provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais”;
- ✚ Estabelece, ainda, como “bens dos Estados, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes e emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da Lei, as decorrentes de obras da União”;
- ✚ Compete privativamente à União legislar sobre as águas. É de competência da União explorar diretamente ou diante autorização, concessão ou permissão, o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos; os serviços de transporte aquaviário entre pontos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou Território; definir critérios de outorga de direitos de usos das águas;
- ✚ Constituem competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; promover a melhoria das condições e fiscalizar as concessões de direitos de exploração dos recursos hídricos em seus territórios; legislar concorrentemente sobre a defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, responsabilidade por danos ao meio ambiente e proteção e de defesa da saúde;
- ✚ Para fins administrativos, a União poderá articular ações em um mesmo complexo geoeconômico e social, visando ao seu desenvolvimento e à redução das desigualdades regionais, por meio da priorização do aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas a secas periódicas.

Atualmente, no país a gestão das águas nacionais é instituída pela Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento



dos Recursos Hídricos – SNGRH por meio da Lei Nº 9.433 em 8 de janeiro de 1997. Suas premissas norteadoras no Art. 1, nos incisos de I a VII são:

- ✚ A água é um bem de domínio público;
- ✚ A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- ✚ Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- ✚ A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- ✚ A bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- ✚ Gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No que tange aos seus objetivos estão descritos no Cap. II, art. 2º nos incisos de I a III:

- ✚ Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- ✚ A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- ✚ A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Enquanto o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, conforme Cap. I, Art. 32, incisos de I a V estabelece os seguintes objetivos:

- ✚ Coordenar a gestão integrada das águas;
- ✚ Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- ✚ Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- ✚ Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- ✚ Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

O SNGRH para alcançar essas ações é composto, conforme o Art. 33, incisos I, I-A, II, III, IV a V pelos: Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recurso hídricos, e, as Agências de Água.

É importante destacar dois aspectos da atual política de gestão dos recursos hídricos no Brasil, que foi um avanço em relação ao Código das Águas; o primeiro a destituição da hegemonia do setor elétrico no gerenciamento das águas, e, em segundo a criação e descentralização de Conselhos, Comitês de Bacia, Agências e órgãos públicos na esfera estatual e municipal.

Segundo Dourado Júnior (2014, p. 69), desses mecanismos, se destaca os Comitês de Bacia Hidrográfica como unidades com funções voltadas a execução de ações referentes à gestão dos recursos hídricos, diretamente ligados às bacias hidrográficas. Ainda segundo este autor, essa política de gestão dos recursos hídricos, instituída em 1997, foi articulada para ser aplicada de forma genérica em todo país, fato este que justifica a formulação dos Planos de Recursos Hídricos de forma específica em cada bacia, pois, já havia a preocupação com os aspectos de escassez da água nos estados brasileiros.

Neste contexto, destacar-se-á dois órgãos de gestão das águas no país, com a criação da Agência Nacional de Águas e os Comitês de Bacia Hidrográfica - CBH. Esses órgãos abrangem duas perspectivas distintas e complementares no gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos no Brasil. A ANA foi instituída pela Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000<sup>50</sup> é uma autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente – MMA. Destaca-se algumas funções que competem a ANA no Cap. II do Art. 4:

---

<sup>50</sup> Reformulada com novas atribuições pela Lei n. 14.026, de 15 de Julho de 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art2](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art2). Acesso em: 24/02/2021.

- ✚ Supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;
- ✚ Disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- ✚ Fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;
- ✚ Estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
- ✚ Implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União;
- ✚ Planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;
- ✚ Promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos;
- ✚ Participar da elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, e, supervisionar a sua implementação.

Enquanto fica a cargo dos Comitês de Bacia Hidrográfica – CBH, estabelecido na PNRH implantar na sua área de atuação a gestão participativa e conjunta do Poder Público e da sociedade civil. Os representantes e/ou participantes dos CBH estão descritos no Cap. III, Art. 39, incisos de I a V são:

- ✚ da União;
- ✚ dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;
- ✚ dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

- ✚ dos usuários das águas de sua área de atuação;
- ✚ das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

Diante deste contexto, Dourado Júnior (2014, p. 73) destaca que apesar da Bacia Amazônica ter grande dimensão territorial e riqueza hídrica, possuía apenas um Comitê de Bacia<sup>51</sup>, localizado no Estado do Amazonas, que corresponde a uma sub-bacia urbana na cidade de Manaus, não sendo representativa em termos proporcionais relativos à extensão natural da Bacia Amazônica. E, mais recentemente, por meio do Decreto Nº 37.412, de 25 de novembro de 2016, foi instituído o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Puraquequara. Cabe salientar, que esses comitês localizados em Manaus, apenas representam toda a inclusão participativa na gestão das águas por meio do poder público e da sociedade civil na região norte do país.

No que tange as águas fronteiriças com outras nações a ANA estabelece no Art. 4, Parágrafo §1º: a execução das competências fica estabelecida nos respectivos acordos e tratados nos casos de bacias hidrográficas compartilhadas com outros países. Neste aspecto, os CBH em rios transfronteiriços ficam a cargo dos representantes da União, incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores, consoante estabelecido no Art. 39, §2º da PNRH.

No que diz respeito a criação dos Comitês de bacias em rios de fronteira, no Brasil fica estabelecido no Art. 37, parágrafo único da PNRH, que a “constituição dos Comitês de Bacias Hidrográficas em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.” Corroborando com o tema, Quadros e Silva Filho (2019) destacam que a gestão das bacias hidrográficas fronteiriças, é complexa devido as exigências de normas e procedimentos burocráticos<sup>52</sup> em sua governança, tem dificultado a viabilização da gestão integrada dos recursos hídricos compartilhados com outros países.

---

<sup>51</sup> Decreto nº 29.249, de 19 de outubro de 2009, dispondo sobre a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu. Diário Oficial do Estado do Amazonas, segunda-feira, 19 de outubro de 2009. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/recursos-hidricos/comite-de-bacias/>. Acesso em: 20/08/2022.

<sup>52</sup> Resolução nº 05, de 10 de abril de 2000. Dispõe sobre a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-cnrh-005-00.pdf>. Acesso em: 20/01/2020.

As dificuldades de gestão dos recursos hídricos em bacias transfronteiriças ainda esbarram na ineficiente e/ou ausência de convenções internacionais, que regulamentem o tema. Contudo, projetos e levantamentos compartilhados entre os países vêm sendo desenvolvidos, pontualmente para amenizar impactos socioambientais, que estão ou venham a prejudicar a disponibilidade da água, e, os interesses dos países envolvidos.

Esses impactos acontecem nas áreas urbanizadas de forma distinta, pois, os resíduos sólidos são carreados, muitas vezes, por canais retificados, que alojam os rios naturais, e, se depositam no fluxo hidrográfico. O resultado é o arrefecimento da capacidade de transporte pelo acúmulo de material e o refluxo da água, aumentando as enchentes no período das precipitações intensas, que podem suscitar danos sociais graves ao afetar a população de baixa renda, que vive nos fundos de vales ou nas margens dos rios em situação de risco socioambiental.

Outro aspecto a se considerar, é a vazão fluvial das bacias hidrográficas transfronteiriças, posto que, em vários casos o maior volume de água superficial não está localizado próximo a suas nascentes, e, em muitos casos, está fora dos limites nacionais de origem dos rios. Esta é a situação das bacias Amazônica e do Prata, onde a maior parte do manancial hidrográfico está fora dos limites territoriais dos países de onde nascem os rios. No caso da bacia Amazônica o território brasileiro está a jusante da vazão dos rios, que nascem principalmente na Cordilheira dos Andes, e, por este fato dispõe da maior parte das águas. Enquanto na bacia do Prata ocorre o inverso, a nascente dos rios se localiza em território brasileiro, mas seu maior manancial hídrico se encontra a jusante no Paraguai, Uruguai e Argentina (RIBEIRO, 2009, p. 116; ZENI, 2018, p. 57).

A partir desta perspectiva, a governança da água, consoante Ribeiro (2009) é fundamental o diálogo entre os países por meio de tratativas institucionais ou projetos de interesse comum, para que sejam amenizados os possíveis conflitos pelo uso da água, que já vem ocorrendo no presente, e, principalmente no futuro, quando as demandas pelos serviços de água aumentarem e a disponibilidade dos recursos hídricos seja reduzida.

Neste contexto, abordar-se-á qual o papel da ANA e dos CBH no gerenciamento das águas nacionais e internacionais no Brasil, a fim de compreender como eles têm

se articulado no planejamento hidrográfico, e, conseqüentemente territorial nas cidades de Tabatinga e Letícia, a fim de identificar como suas ações e/ou ausência deles têm impactado de forma negativa os rios e os canais de drenagem urbanos nesta região de fronteira.

Assim, para Escobar et al. (2015, p. 130), se as prioridades de uso dos recursos hídricos fossem destinadas para a população da própria bacia, conforme descrito nos Art. 1, 11 e 22 da PNRH, isso já bastaria no que tange ao efetivo controle social (a partir das consultas, audiências públicas e de decisões colegiadas em bases partidárias) por meio da representação dos CBH. Mas o que se identifica são medidas pontuais de gerenciamento das águas, apenas quando ocorre escassez, como no caso da transposição do Sistema Cantareira em São Paulo, quando ocorreu uma intensa seca (2013/2014) naquele reservatório, que abastece a região metropolitana de São Paulo. Essas medidas, na maioria das vezes, não inclui a participação dos atores sociais da bacia afetados no gerenciamento e planejamento das águas.

Outro aspecto a se considerar, segundo este autor, é que “ainda não se está dando a poluição das águas a devida importância no país, em nível de persecução judicial ou extrajudicial, em sede de inquéritos policiais”, de modo que são poucos os casos de precedentes nesta matéria, e quase sempre quando ocorre as punições, são brandas ao infrator. Esse equivocado pensamento pode estar atrelado à ideia, de que o Brasil é um país que tem “águas em abundância”.

Na Colômbia não existe lei específica que regulamenta a gestão das águas no país. No entanto, várias normativas vêm sendo implantadas por meio decretos, planos e resoluções. Uma das primeiras normativas de gestão dos recursos hídricos ocorreu com a vigência do Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, por meio do Decreto Ley Nº 2811 del 18 de diciembre de 1974.

Neste decreto, dentro de suas prerrogativas no que tange a proteção da água no país, estabelece no Cap. II, inciso I, Art. 314, alínea a):

velar por la protección de las cuencas hidrográficas contra los elementos que las degraden o alteren y especialmente los que producen contaminación, sedimentación y salinización de los cursos de aguas o de los suelos. Além disso, articula de las cuencas hidrográficas em ordenación<sup>53</sup> na Seção II e,

---

<sup>53</sup> En el Decreto nº 2811/1974, p. 59, Artículo 316. Se entiende por ordenación de una cuenca la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamientos.

fomenta no Art. 317., que para la estructuración de un plan de ordenación y manejo se deberá consultar a los usuarios de los recursos de la cuenca y a las entidades, públicas y privadas, que desarrollan actividades en la región (Decreto Ley N° 2811).

Posteriormente, a Constitución Política de Colombia 1991 establece no Cap. 3, Art. 79, que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Além disso, no Art. 80, dispõe que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

A gestão das bacias hidrográficas transfronteiriças segundo Irujo e Pinzón (2016, p. 114), assim como da flora, da fauna, das águas do mar, da atmosfera e depósitos geotérmicos existentes nas áreas de fronteira no país, desde a vigência do Código Nacional de Recursos Naturales - CNRN (Decreto ley nº 2811/1974), são áreas especiais de interesse e segurança nacional. Por regra geral os assuntos ambientais dessas áreas especiais se organizam por meio de tratados internacionais, bilaterais e multilaterais, como é o caso da OTCA, mediante o qual os temas são acordados pelos países signatários fronteiriços da bacia Amazônica.

Além disso, estes autores destacam, sem prejuízo dos tratados ou acordos pré-estabelecidos, deliberado pelo CNRN nos Art. 10 a 12, o governo nacional deve fomentar a gestão das bacias hidrográficas de rios que servem de limite ou atravessam suas fronteiras territoriais, com a finalidade de prevenir ou solucionar problemas ambientais e regular o uso de recursos compartilhados com outros países.

Neste contexto, foi instituída a Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, onde estabelece a criação do Ministerio del Medio Ambiente e a organização do Sistema Nacional Ambiental – SINA, dentre outras disposições. A referida lei estabelece no Art. 1º La política ambiental colombiana seguirá treze principios generales ambientales. Destes destaca-se cinco princípios, descritos a seguir:

- ✚ El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la

Declaración de Rio de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

- ✚ Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de Acuíferos serán objeto de protección especial.
- ✚ En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.
- ✚ Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.
- ✚ Las instituciones Ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física.

A referida lei estabelece o SINA, no Art. 2º a fim de estruturar, por meio de orientações, normas, atividades, recursos, programas e instituições, que permitem a implantação dos princípios ambientais gerais. Sendo que, essas ações serão tomadas por meio del Consejo Nacional Ambiental – CNA, Art. 13, para assegurar la coordinación intersectorial a nivel público de las política, planes y programas en matéria ambiental y de recursos Naturales Renovables, el cual estará integrado por diversas instituciones públicas y privadas y por la sociedad civil.

Especificamente em relação a água é instituído o Decreto Nº 1323 del 19 de abril de 2007, cria o Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH, conforme Art. 1º como parte do Sistema de Información Ambiental para Colombia – SIAC. Este SIRH promoverá a integração de outros sistemas, que gerenciam informações sobre recursos hídricos no âmbito institucional, setorial, acadêmico e privado. Seus objetivos conforme descritos no Art. 4º, alíneas de a-h são:

- ✚ Proporcionar la información hidrológica para orientar la toma de decisiones em materia de políticas, regulación, gestión, planificación e investigación;
- ✚ Consolidar un inventario y caracterización del estado y comportamiento del recurso hídrico en términos de calidad y cantidad;



- ✚ Constituir la base de seguimiento de los resultados de las acciones de control de la contaminación y asignación de concesiones, con base en reportes de las autoridades Ambientales;
- ✚ Contar con información para evaluar la disponibilidad del recurso hídrico;
- ✚ Promover estudios hidrológicos, hidrogeológicos en las cuencas hidrográficas, acuíferos y zonas costeras, insulares y marinas;
- ✚ Facilitar los procesos de planificación y ordenación del recurso hídrico;
- ✚ Constituir la base para el monitoreo y seguimiento a la gestión integral del recurso hídrico;
- ✚ Aportar información que permita el análisis y la gestión de los riesgos asociados al recurso hídrico.

Embora, o estabelecimento de forma indireta da gestão da água na Colômbia esteja inserida na sua política ambiental, sua estrutura de planejamento e gestão só viria de fato ocorrer em março de 2010, depois de ser submetida e apreciada ao Consejo Nacional Ambiental no dia 14 de dezembro de 2009, o Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT<sup>54</sup> publicou a estrutura normativa pautada por decretos, planos e resoluções a Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH.

Esta Política Nacional para la GIRH teria sua vigência em todo país até o ano de 2022, porquanto, foram estabelecidos instrumentos em um “Plan Hídrico Nacional”, que contém planos, programas, projetos e o cronograma de atividades. Sendo assim, o plan hídrico nacional se organizou em três momentos: a curto prazo até 2014, médio prazo até 2018, e, a longo prazo até 2022, onde serão construídos junto aos diversos atores econômicos e sociais, distinguindo os diferentes interesses e problemas de cada região do país. Neste contexto, a Política Nacional para la GIRH norteou seus princípios basilares:

- ✚ **Bien de uso público:** El agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos.

---

<sup>54</sup> Nomenclatura institucional modificada pela Ley nº1444 de 04 de Mayo de 2011, Artículo 12, el cual se denominará Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. Disponível em: <https://www.minambiente.gov.co/normativa/leyes/>. Acesso em: 16/05/2021.

- ✚ **Uso prioritario:** El acceso al agua para consumo humano y doméstico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y en consecuencia se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.
- ✚ **Factor de desarrollo:** El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.
- ✚ **Integralidad y diversidad:** La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas), e incorpora el enfoque de género.
- ✚ **Unidad de gestión:** La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.
- ✚ **Ahorro y uso eficiente:** El agua dulce se considera un recurso escaso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente
- ✚ **Participación y equidad:** La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo a entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso, y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo por la equidad social.
- ✚ **Información e investigación:** El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico.

Segundo Irujo e Pinzón (2016, p. 110), esta política tem como objetivo geral garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos por meio da gestão e uso eficiente da água, articulada ao ordenamento e uso do território para conservação dos ecossistemas que regulam a oferta hídrica, considerando a água como fator de desenvolvimento econômico e social. Foram estabelecidos, também, seis objetivos específicos, descritos a seguir:

- ✚ Conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país;
- ✚ Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país;
- ✚ Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico;
- ✚ Desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua;
- ✚ Generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico;
- ✚ Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.

Conforme a Política Nacional para la GIRH (2010, p. 90-91), para el ordenamiento eficiente de las cuencas hidrográficas, es importante estructurar un modelo espacial, que se comprende a la interacción de los actores e instrumentos para la GIRH en la cuenca, con las siguientes escalas de gobernanza:

- I. **Cuencas objeto de planificación estratégica:** Corresponden a las cinco grandes macro-cuencas o áreas hidrográficas del país (Magdalena - Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico), las cuales serán objeto de un análisis de planificación estratégica que defina lineamientos generales de gestión, de acuerdo con las potencialidades, vocación y particularidades ambientales y sociales de cada una de ellas. Esta acción se efectuará a escala 1:500.000.
- II. **Cuencas objeto de instrumentación y monitoreo a nivel nacional:** Corresponde a las 42 zonas hidrográficas, definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del IDEAM, las cuales serán el espacio para monitorear a nivel nacional el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico a través del Plan Hídrico Nacional. Esta acción se adelantará a una escala 1: 250.000.
- III. **Cuencas objeto de ordenación y manejo:** Corresponde a las cuencas de nivel igual o subsiguiente al de las denominadas sub-zonas hidrográficas, definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del

IDEAM, en las cuales se formularán e implementarán los planes de manejo y ordenación de cuencas (POMCA), pero de manera priorizada, es decir, que se definirán criterios para atender primero las cuencas que por su ubicación, presión o necesidad de mantener su buen estado de conservación deban ser ordenadas y atendidas primero que otras. Esta acción se adelantará principalmente a una escala de entre 1:100.000 y 1:25.000 dependiendo del tamaño de la cuenca.

- IV. **Cuencas y acuíferos objeto de plan de manejo ambiental:** Corresponde a las cuencas de orden inferior a las sub-zonas hidrográficas, así como, a los Acuíferos prioritarios, las cuales serán objeto de planes de manejo específicos para resolver sus principales problemáticas de acuerdo a sus particularidades locales, siempre en el marco del cumplimiento de los objetivos de la Política Nacional para la GIRH. Esta acción se adelantará principalmente a una escala 1:10.000 para aguas superficiales y 1:25.000 para aguas subterráneas.

Este modelo foi instituído pelo Decreto Nº 1640 del 02 de agosto de 2012, a fim de normatizar conforme Art. 4º de la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y Acuíferos. E establecer a seguinte estrutura hidrográfica: Áreas Hidrográficas o Macrocuencas; Zonas Hidrográficas; Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente e Microcuencas y Acuíferos. Assim como, no Art. 5º estabelece os instrumentos para cada estrutura hidrográfica, que são: Planes Estratégicos, en las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas; Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico, en las Zonas Hidrográficas; Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, en Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente; Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, en las cuencas de nivel inferior al del nivel subsiguiente de la Subzona Hidrográfica e Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

Segundo Roa (2017, p. 171), este decreto marcou uma nova direção na gestão da água nas bacias hidrográficas, ao introduzir importantes modificações, para atender a Política Nacional para a GIRH, instruída em 2010 pelo MADS. Estas modificações ocorreram mediante maior autonomia das autoridades ambientais regionais, para

regular o uso dos recursos naturais nas bacias hidrográficas, assim como tornou, expressamente obrigatória a adequação das licenças e autorizações ambientais às empresas que não atendam ao disposto da POMCA.

Ainda conforme este autor duas observações devem ser identificadas quanto a autonomia das instituições ambientais regionais e locais, primeiro o nível de detalhe e aprofundamento das informações, que estão sendo levadas em consideração para a tomada de decisão no gerenciamento dos recursos hídricos, e, segundo a delegação para a formulação e revisão do POMCA em consórcios ou uniões temporárias com visões diversas, sobre a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável, corre o risco de que se adote uma abordagem divergente a respeito do potencial das bacias hidrográficas e limite a participação de alguns atores com interesses pontuais nelas, favorecendo visões locais, em muitos casos, até bem intencionadas, mas desconectadas dos potenciais das bacias em relação aos seus recursos e possibilidades.

Para Escobar et al. (2015, p. 135), apesar da importância do arcabouço normativo para proteção dos recursos hídricos dado pela Constituição Política da Colômbia, leis, decretos, resoluções e planos para o manejo e conservação da água, da proteção e garantia dos direitos coletivos de desfrutar um ambiente saudável e equilibrado ecologicamente pela população, a concretização do direito humano a água<sup>55</sup> ainda apresenta muitas deficiências no país.

Corroborando com essa análise, Irujo e Pinzón (2016, p. 114) definem a abrangência da bacia hidrográfica em duas concepções no direito colombiano: a primeira baseada em critérios técnicos que é contemplada por uma caracterização natural (geográfica), e, a segunda mais econômica, concebida apenas para determinar quais órgãos públicos (federal, estadual e municipal), devem receber os royalties derivados das transferências das empresas geradoras de energia elétrica.

---

<sup>55</sup> Cabe fazermos uma distinção dos termos “Direito à água” e “Direito de águas” na perspectiva de que a gestão das águas é uma interação de aspectos naturais e sociais. Sendo assim, para D’ISEP (2010, p. 58-59, 65) o Direito à água reflete-se em todo sistema jurídico, ao se manifestar como princípio universal de direito humano à água é vida. O aspecto conceitual do princípio se revela na definição de que água é vida e material quando da qualificação do direito à água como fundamental do gênero humano. E o Direito de águas tem por finalidade garantir a proteção das águas, a fim de assegurar o desempenho e desenvolvimento de suas diversas funções (ambiental, social, econômica, hidrológica etc.), sistematizadas na função hídrica responsável pela dignidade hídrica.

Segundo estes autores é lamentável que depois de vinte anos de existência do SINA, ainda não tenha sido possível revisar e atualizar o Código de Recursos Naturales ou, na falta disso, criar uma lei das águas no país, que compile num só texto normativo os pressupostos básicos para o planejamento dos recursos hídricos, e constitua o elemento estruturador de gestão da água em território nacional.

Estes arcabouços normativos e concepções distintas quanto a gestão social, ambiental e econômica na bacia hidrográfica tem dificultado o gerenciamento eficiente dos recursos naturais e conseqüentemente dos recursos hídricos. Neste sentido, Escobar et al. (2015, p. 137) identifica:

Uno de los hechos más conocidos y desafortunados son las voladuras que los grupos al margen de la ley hacen a la infraestructura petrolera del país, principalmente de los oleoductos, donde se han derramado grandes volúmenes de hidrocarburos que por lo general alcanzan los distintos cuerpos de agua. Este tipo de hechos, al igual que el mal manejo que se hace por parte de algunas empresas del sector, há causado la contaminación de grandes ríos fronterizos com Ecuador y Venezuela, lo que há trascendido a reclamos par parte de esos países. Si bien se adelantan los respectivos procesos penales, los responsables de las voladuras de oleoductos son actores al margen de la ley que em muy pocas oportunidades se han podido castigar.

Mesmo que na Colômbia não tenha uma lei específica para a gestão das águas como no caso brasileiro, os problemas de gerenciamento e planejamento, inclusão dos atores institucionais, empresas e a sociedade civil envolvidos com interesses difusos, tem propiciado impactos naturais e sociais bem semelhantes nesses países. No quadro 9, está descrito de forma pontual, as políticas, a estrutura organizacional e os instrumentos de gestão dos recursos hídricos no Brasil e na Colômbia.

Neste contexto, outro aspecto a ser considerado, está relacionado a gestão das águas fronteiriças, uma vez que as legislações são específicas de interesse especial nesses países, com normativas próprias a serem implementadas a partir das características das regiões de fronteira assinados por tratados bilaterais, multilaterais e convenções internacionais, todavia, o que se reproduz de fato nessas áreas de fronteira, estão bem distantes das ações instituídas nos acordos firmados ou nas legislações vigentes.

Para Becker (2003, p. 293-294), a distribuição territorial quantitativa da água não deve ser definitiva, pois a questão é, sobretudo, social e política e não apenas em relação a demanda e a oferta deste recurso. A cooperação bilateral é igualmente

importante em áreas de fronteira onde a população se concentra. E não se trata apenas de iniciativas de grande envergadura, como a produção de energia, mas também na solução de problemas de poluição na escala local, que afeta a qualidade de vida dos moradores nestas regiões fronteiriças.

**Quadro 9 - Políticas, Estrutura Organizacional e Instrumentos da gestão de recursos hídricos no Brasil e na Colômbia**

<b>POLÍTICAS</b>		<b>ESTRUTURA ORGANIZACIONAL</b>		
<b>BRASIL</b>	Possui legislação específica. Lei 9.433/97 – Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. É a legislação mais antiga entre os países amazônicos.	Sistema descentralizado e integrado. Existe vários órgãos que exercem funções específicas, com interlocução.		
<b>COLÔMBIA</b>	Não possui lei específica. A gestão dos recursos hídricos está inserida na Política Ambiental. A Lei 99/93 prevê dispositivo sobre a bacia amazônica, onde atuam as Corporações Autônomas Regionais.	Não existe sistema específico de gestão de recursos hídricos. Mas está inserido no Sistema Nacional Ambiental. Assim como em órgãos ambientais com algumas atribuições relativas aos recursos hídricos		
<b>INSTRUMENTOS</b>				
	<b>Plano de Recursos Hídricos</b>	<b>Sistema de Informações de Recursos Hídricos</b>	<b>Outorga de direito de uso da água</b>	<b>Cobrança pelo uso da água <i>in natura</i></b>
<b>BRASIL</b>	Existente. Adequado ao Plano Nacional de Recursos Hídricos para cada bacia ou sub-bacia hidrográfica.	Sistema específico de informações de Recursos Hídricos.	Específica para o direito de uso da água <i>in natura</i>	Existente para grandes usuários de água detentores de outorga de direito de uso da água.
<b>COLÔMBIA</b>	Existente. Aplicável no âmbito nacional e de bacias hidrográficas.	As informações relativas aos recursos hídricos são parte integrante do Sistema de Informação Ambiental da Colômbia.	Existente em forma de licença ambiental voltada para o uso dos recursos hídricos.	Existente em forma de taxa de retribuição e compensação e, de taxa por uso da água.

**Fonte:** Dourado Junior, (2014, p. 181, 186 e 190).



Segundo Dourado Junior (2014, p. 197), após análise dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos presentes nos países da bacia Amazônica foi possível identificar, que às águas são tratadas de forma distinta. Alguns países, como no caso, o Brasil, tem implantado os Planos de Gestão de Recursos Hídricos - PGRH em nível nacional e local, contudo, no caso da Colômbia não apresenta este instrumento de gestão dos recursos hídricos no país. A partir desta constatação, surge *a priori* o primeiro conflito, pois as águas amazônicas que drenam a rede fluvial de todos os países são as mesmas. Em razão deste fato poderá ocorrer problemas aos países, que recebem água depois da passagem daquelas nações que não dispõem de PGRH.

Além disso, as nascentes de grandes rios da bacia Amazônica, como exemplo, o rio Negro que tem sua nascente na cordilheira dos andes na Colômbia e do rio Amazonas/Solimões nos andes peruano, não tem seus planos implantados e no caso colombiano ainda inexistente. Diante desta perspectiva é possível compreender, por meio das normativas legais, como os diferentes estágios de implantação dessas políticas nos países Amazônicos tem impactado de forma direta e indireta na degradação das águas nas bacias hidrográficas transfronteiriças.

Outro tipo de conflito que vem acontecendo internamente nos países amazônicos é devido à ausência de estrutura de Sistemas de Informação de Recursos Hídricos - SIRH ou por sua existência de forma não detalhada, mas parte integrante de outros sistemas de gestão mais amplos, como é o caso da Colômbia, Peru e Bolívia, onde o sistema de informação de recursos hídricos está inserido nos Sistemas de Gestão Ambiental.

Na Colômbia, conforme entrevista<sup>56</sup> realizada com o Coordenador da Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico - DGIRH/MADS, sr. Oscar Tosse, os principais conflitos fronteiriços pelos usos da água no país são pela alta demanda e pouca oferta, devido a degradação das nascentes e contaminação das zonas de paramos a jusante.

---

<sup>56</sup> Entrevista realizada no dia 17/10/2019 na cidade de Bogotá com o Coordenador da DGIRH/MADS da Colômbia sr. Oscar Dario Tosse Luna. Segundo o sr. Oscar Tosse esses conflitos vem acontecendo desde 2007 na região de fronteira nas cidades de Ipiales na Colômbia e Tulcán no Equador. Os principais problemas enfrentados principalmente a jusante em território colombiano é a contaminação da água a montante em território equatoriano. Neste contexto, o maior desafio da gestão compartilhada dos recursos hídricos nesta região fronteiriça é compatibilizar os interesses distintos e as legislações nacionais destes países.

Esses conflitos estão relacionados, diretamente com o desmatamento, produção agropecuária e mineração.

Para Quadros e Silva Filho (2019, p. 9), as regiões de fronteira são áreas de segurança nacional. Por isso, para a gestão compartilhada das bacias hidrográficas transfronteiriças são exigidas autorizações dos governos centrais, mediante a Tratados ou Acordos específicos, muitas vezes esses requisitos legais inviabilizam sua aplicabilidade no âmbito regional e local.

Sendo assim, os diferentes níveis de gestão dos recursos hídricos nos países Amazônicos, neste caso aqui analisados de forma particular no Brasil e na Colômbia, tem suas estruturas normativas distintas, mas por não implementarem políticas comuns de gerenciamento e planejamento em suas regiões hidrográficas de fronteira, convergem para os mesmos problemas na escala regional.

### **2.2.1 Aspectos Normativos da Gestão das águas nos “Amazonas” brasileiro e colombiano**

No Estado do Amazonas brasileiro, a gestão das águas foi instituída, inicialmente pela Lei Nº 2.712, de 28/12/2001 para expressar as diretrizes e ações, que deliberam os recursos hídricos, considerando as particularidades sociais, ambientais e econômicas de proteção à fauna aquática, desenvolvimento da pesca e aquicultura sustentável em uma gestão participativa, bem como assegurar os usos múltiplos da água quanto sua disponibilidade e qualidade para as atuais e futuras gerações.

Em seguida, é instituída a Lei Nº 3.167, de 27/08/2007, que reformula as normas disciplinares da Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH e do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SEGRH. Contudo, a referida lei só seria regulamentada pelo Decreto Nº 28.678 em 16 de junho de 2009. Estas normativas legais refletem a base do papel atual de gestão e planejamento dos recursos hídricos no âmbito estadual.

Segundo Ferreira (2008, p. 34), a Lei Nº 2.712/2001 que tratava sobre a PERH no Amazonas e estabelecia SEGRH, nem chegou a ser regulamentada, pois, nesta lei seus instrumentos são os mesmos contidos na Política Nacional de Recursos Hídricos, acrescidos do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas e o Plano Ambiental do Estado do Amazonas.

Neste interim, conforme esta autora, com a mudança de governo<sup>57</sup> e a criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SDS<sup>58</sup>, foi aprovada a alteração da Lei Nº 2.712/01 pela Lei Nº 2.940 em 30/12/2004, sem ter sido regulamentada. Apenas em 27 de agosto de 2007 que é aprovada a Lei Nº 3.167 a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos no estado do Amazonas.

A referida lei foi regulamentada pelo Decreto Nº 28.678 em 16 de junho de 2009, estabelecendo no Cap. II, Arts. 3º e 4º as seguintes atribuições: cabe à SDS o planejamento, a gestão e a formulação da Política Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos e ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM cabe o cadastro, o licenciamento, a fiscalização, o monitoramento, a outorga e a pesquisa das águas superficiais e subterrâneas, nos seus diversos usos e acompanhamento de suas interações com o ciclo hidrológico.

Sendo assim, por meio dos pressupostos normativos da PERH vigentes, destaca-se os seguintes fundamentos, conforme Cap. I, incisos III e V respectivamente:

- ✚ Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- ✚ A bacia hidrográfica é a unidade territorial de planejamento para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

Assim como, estabelece em seus objetivos no Cap. II, incisos I, V e X o seguinte:

- ✚ Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos diversos usos;
- ✚ Assegurar o florestamento e o reflorestamento das nascentes e margens de cursos hídricos;

---

<sup>57</sup> Neste período (2000-2007) de alteração das Leis nº 2.712/2001, 29.940/2004 até a regulamentação da Lei nº 3.167/2007 da PERH no Amazonas ocorreu nos governos de Amazonino Armando Mendes e Carlos Eduardo de Sousa Braga.

<sup>58</sup> A Lei nº 4.163, de 09 de março de 2015, dispõe sobre a estrutura administrativa do poder executivo do Amazonas, institui sua nomenclatura para Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. Assim como, pela Lei nº 4.193, de 22 de julho de 2015, alterada de forma específica no Cap. II, Art. 20, inciso I, alínea c, atribui à SEMA a gestão dos recursos hídricos do Estado. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/legislacao-2/>. Acesso em: 22/02/2023.

- ✚ Viabilizar a articulação entre a União, o Estado, os Municípios, a sociedade civil e o setor privado, visando à integração de esforços para implementação da proteção, conservação, preservação e recuperação dos recursos hídricos;

Destacou-se estes princípios e objetivos acima citados da PERH, a fim de delimitar a análise da gestão dos recursos hídricos, consoante aos objetivos deste trabalho, na perspectiva de entender como estas ações se estabelecem na escala regional e local. Neste caso, como essas ações têm impactado de forma positiva ou negativa no município de Tabatinga. Para Tucci (2007), estas propostas devem ter como intuito a criação de uma política de gestão participativa e descentralizada quanto à gestão dos recursos hídricos nos estados.

Suas diretrizes de ação conforme estabelecidas no Cap. III, Art. 3, incisos VIII, IX, XIV e XV destacam:

- ✚ A integração da gestão das águas com a gestão ambiental, notadamente no controle da poluição das águas, exigindo tratamento dos esgotos industriais e urbanos e outros efluentes, para obter a necessária disponibilidade hídrica, em padrões de qualidade compatíveis com os usos estabelecidos;
- ✚ A manutenção e a recuperação das matas ciliares e de proteção dos corpos de água e o desenvolvimento de programas permanentes de preservação e proteção dessas áreas;
- ✚ A execução do mapeamento hidrogeológico do Estado do Amazonas, visando ao conhecimento do potencial hídrico subterrâneo, e em particular, dos ambientes favoráveis à formação de reservatórios mineralizados;
- ✚ A articulação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos com o Sistema Nacional de Gerenciamento destes recursos e com os demais sistemas estaduais ou atividades afins, tais como de planejamento territorial, meio ambiente, saneamento básico, agricultura e energia;

Neste conjunto, o SEGRH foi criado com os seguintes objetivos descritos no Título II, Cap. I, Art. 56, incisos I a V:

- ✚ Coordenar a gestão integrada das águas;
- ✚ Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- ✚ Implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos;
- ✚ Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- ✚ Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

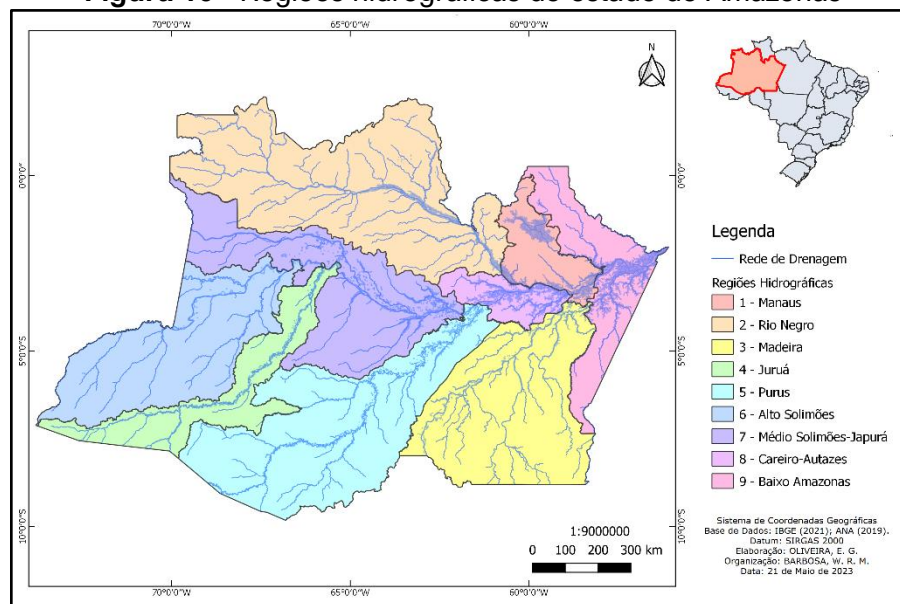
Fica estabelecido, também, os membros integrantes conforme descrito no Art. 57, incisos de I a V: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/AM; os Comitês de Bacia Hidrográfica; a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS, na qualidade de órgão gestor e coordenador; o Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas - IPAAM, na condição de órgão executor e as Agências de Água, ou, enquanto estas não forem constituídas, as organizações civil de recursos hídricos legalmente constituídas.

Para fins de gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos o CERH/AM aprova a Resolução Nº 03, de 21 de setembro de 2016, considerando a necessidade de definição das Regiões Hidrográficas, como representada na figura 10, a fim de viabilizar melhor a gestão das águas no território amazonense e adaptar a área de abrangência dos comitês de bacia hidrográfica, em consonância com as principais bacias hidrográficas do Amazonas, e com a divisão municipal em vigor do estado. Resolve no Art. 1º, definir a Divisão Hidrográfica do Estado em nove Regiões Hidrográficas (RHs) a saber:

1. Região Hidrográfica de Manaus;
2. Região Hidrográfica do Rio Negro;
3. Região Hidrográfica do Madeira;
4. Região Hidrográfica do Juruá;
5. Região Hidrográfica do Purus;
6. Região Hidrográfica do Alto Solimões;
7. Região Hidrográfica do Médio Solimões/Japurá;

8. Região Hidrográfica do Careiro-Autazes;
9. Região Hidrográfica do Baixo Amazonas;

**Figura 10 - Regiões hidrográficas do estado do Amazonas**



**Fonte:** ANA e IBGE (2019; 2021). Organizado pelo autor, 2023.

Sendo assim, a estrutura institucional da PERH e do SEGRH do estado do Amazonas institui a gestão e planejamento da água a cargo da Secretaria de Estado do Meio Ambiente a responsabilidade de encaminhar todos os instrumentos e instituições, que o integram em consonância com as normativas de gestão ambiental, e o órgão executor de sua aplicação o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas estabelecer normas de controle e monitoramento das fontes de poluição acarretadas por emissões antrópicas de contaminação ambiental da água, do ar, do solo e da cobertura florestal, assim como instituir critérios de exploração e uso destes recursos. Uma vez definidas as funções de cada órgão de gestão e execução e suas respectivas funções, destacar-se-á o papel do recentemente criado instrumento de gerenciamento das águas do Estado no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas – PERH/AM<sup>59</sup> implementado no segundo semestre de 2020.

<sup>59</sup> O Plano é um documento que define a agenda dos recursos hídricos do estado do Amazonas, incluindo informações sobre ações de gestão, projetos, obras e investimentos prioritários para o uso adequado e a preservação das águas, tendo como objetivos: a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade; a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos e, a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante. PERH/AM, 2020, p.14.

Depois de aproximadamente onze anos de regulamentação da Política Estadual de Recursos Hídricos no estado do Amazonas é que está sendo implantado o PERH/AM, cabe destacar que nesta década os usos da água, principalmente nas cidades tem crescido de forma acentuada, devido ao crescimento demográfico e pelo desenvolvimento econômico. Todavia a qualidade da água vem sendo degradada proporcionalmente, impactando diretamente nos custos de tratamento para sua potabilização, assim como na qualidade de vida da população que vive nas cidades do estado.

Para Marques (2021, p. 32), a disponibilidade de água no estado do Amazonas e a densidade demografia concerne uma contradição aparente internamente no Estado, onde a qualidade dos recursos hídricos em contraste com a quantidade produz uma ideia errônea de uso racional sem muitos impactos. Todavia na escala local esse cenário começa a apresentar problemas, pois, a utilização da água está sendo impactada pela ação antrópica e uso do solo, com incidências de conflitos em áreas críticas na degradação principalmente dos rios urbanos.

Ainda conforme este autor, o Estado “caminha a passos lentos nas ações de implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos”. Essa lógica pode estar pautada nas dimensões territoriais do Estado e a abundância quantitativa dos recursos hídricos, dá uma falsa impressão de que os problemas são ínfimos frente ao seu gerenciamento e planejamento vindouros.

Neste contexto, de acordo com o Resumo Executivo do PERH/AM (2020, p. 22), o objetivo principal deste plano é fundamentar e orientar a implementação da Política e do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no estado do Amazonas. Estabelece, também, sua primeira revisão após entrar em vigor, está prevista para o ano de 2024. Desta forma, cabe a este plano inicialmente promover:

I - A prevenção e a mitigação de situações de escassez e de comprometimento da qualidade das águas, mediante:

- ✚ o fomento de projetos de aproveitamento múltiplo, inclusive, o transporte aquaviário, integrados sob o aspecto de utilização, regularização, conservação, proteção e recuperação da qualidade dos recursos hídricos;

- ✚ o subsídio ao planejamento da localização das atividades econômicas usuárias dos recursos hídricos, bem como a proteção dos mananciais de abastecimento de água das populações;

III - As ações de prevenção, mitigação ou adaptação em áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas, no que se refere à redução da qualidade e disponibilidade hídrica ou a eventos hidrológicos extremos;

IV - A interiorização das ações de gestão de recursos hídricos, através de cooperação com as administrações municipais.

Ainda segundo este plano foi realizado um diagnóstico pela empresa Magna Engenharia LTDA<sup>60</sup> da situação atual e as projeções sobre os recursos hídricos e a gestão no estado do Amazonas. Neste diagnóstico foram indicadas fragilidades nas bases em que se fundamentam a política estadual e o gerenciamento de recursos hídricos. Diante destas fragilidades foram estabelecidas metas a serem alcançadas, conforme descritas a seguir:

Meta I – Consolidação da base legal e da estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do Amazonas;

Meta II - Ampliação do conhecimento da situação dos recursos hídricos;

Meta III - Capacitação dos atores sociais para o adequado uso e preservação dos recursos hídricos;

Meta IV - Incentivo ao desenvolvimento de ações para a preservação da quantidade e da qualidade da água;

Meta V - Garantir a sustentabilidade financeira do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

Meta VI - Integrar a gestão de recursos hídricos do Estado do Amazonas na gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Amazonas.

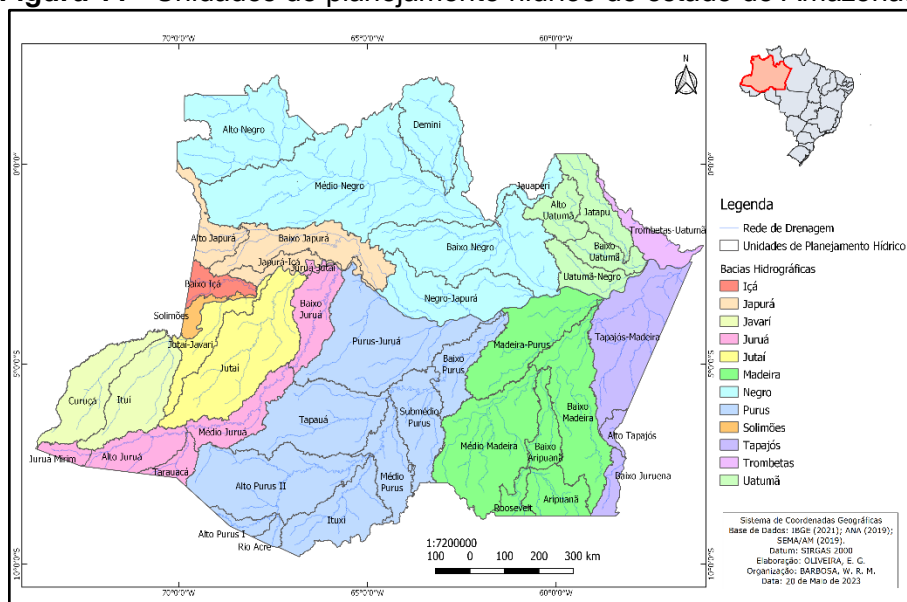
---

<sup>60</sup> Para a implementação houve a contratação de uma empresa por meio de processo jurídico, a fim de nortear o desenvolvimento dos trabalhos, dentro do processo administrativo de nº 035.000744.2016 – SEMA (013.0032043.2016 –CGL). Contratante: Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Contratada: Magna Eng. Ltda. Valor do contrato: R\$ 951.287,37. Prazo de execução: 12 meses. Com objetivo da elaboração de estudos técnicos e coleta de dados nas áreas de hidrologia; hidrogeologia; hidrometeorologia; planejamento ambiental; bacias hidrográficas; assim como, os aspectos geográficos e sociológicos do Estado. MARQUES, E. G., 2021, p. 62.



Com base nesses itens destacados acima no PERH/AM discorrer-se-á acerca das fragilidades e desafios da gestão das águas no estado do Amazonas e como este plano esboçou sua execução nos primeiros quatro anos de sua vigência, com intuito de fortalecer a PERH e do SEGRH. Segundo este plano, a divisão hidrográfica das bacias para fins de planejamento, foi dividida em 44 Unidades de Planejamento Hídrico - UPH<sup>61</sup>, conforme descrito na figura 10. Esta metodologia é utilizada pela ANA, estabelecida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, Resolução Nº 32/2003<sup>62</sup> para todo o País. Contudo no Amazonas conforme a Resolução Nº 03/2016 do CERH/AM estabeleceu as RHs do Estado a partir dos seus limites municipais, ver figura 11.

**Figura 11 - Unidades de planejamento hídrico do estado do Amazonas**



**Fonte:** ANA, SEMA/AM e IBGE (2019;2021). Organizado pelo autor, 2023.

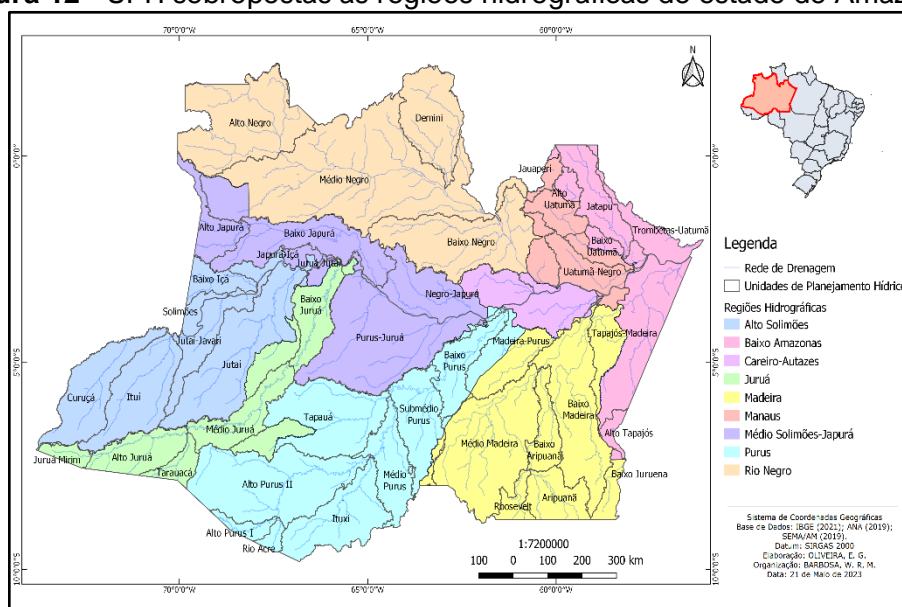
<sup>61</sup> Segundo Catálogo de metadados da ANA (2016), as Unidades de Planejamento Hídrico - UPH são subdivisões das bacias hidrográficas estudadas, caracterizadas por uma homogeneidade de fatores geomorfológicos, hidrográficos e hidrológicos que permitem a organização do planejamento e do aproveitamento dos recursos hídricos ali existentes. As UPH são formadas por bacias ou sub-bacias hidrográficas de rios afluentes ou segmentos das bacias dos rios principais, com continuidade espacial. A unidade de planejamento hídrico pretende subsidiar a definição da mínima área de abrangência para o desenvolvimento de um plano, consideradas as necessidades de integração da Política Nacional com as Políticas Estaduais e Municipais. Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/ana/rest/services/dados\\_abertos/Unidade\\_de\\_Planejamento\\_Hidrico\\_UPH/FeatureServer](https://portal1.snirh.gov.br/ana/rest/services/dados_abertos/Unidade_de_Planejamento_Hidrico_UPH/FeatureServer). Acesso em: 28/10/2021.

<sup>62</sup> Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003 - Institui a **Divisão Hidrográfica Nacional**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/cnrh/conselho-nacional-de-recursos-hidricos-2013-cnrh>. Acesso em: 28/10/2021.

Segundo Relatório consolidado realizado pela empresa Magna - PERH/AM (2019, p. 54) para fins de planejamento da água no estado do Amazonas, foi dividido em nove Unidades Estaduais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UEPGRH. Os critérios desta divisão levaram em consideração os limites políticos administrativos dos municípios do Estado, assim como em relação a sua extensa faixa de fronteira com outros países.

Assim, conforme este relatório, este tipo de critério de divisão poderá ser conflituoso em virtude de estudos hidrográficos, onde a divisa municipal não coincide com os limites naturais (divisores topográficos) das bacias hidrográficas, como é o caso de alguns limites estabelecidos para as RH do Estado pertencerem a mais de uma UPH, como mostra a figura 12.

**Figura 12 - UPH sobrepostas as regiões hidrográficas do estado do Amazonas**



**Fonte:** ANA, SEMA/AM e IBGE (2019;2021). Organizado pelo autor, 2023.

Como se pode observar no mapa algumas UPH do estado fazem parte de mais de uma região hidrografia, isso poderá de forma direta e/ou indireta inviabilizar seu gerenciamento com eficiência, uma vez que não deixa claro a competência dos atores locais (municípios) de quem vai estabelecer os mecanismos de planejamento dos recursos hídricos nestas áreas.

Outro aspecto a se considerar, é a avaliação qualitativa dos recursos hídricos do estado do Amazonas, apresenta alguns obstáculos em função da escassez de dados acerca de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, com séries longas e

padronizadas provenientes de monitoramento, pois, a rede de monitoramento ininterrupto de qualidade de água limita-se a Rede Hidrometeorológica Nacional, com a avaliação de apenas quatro características (pH, OD, CE e Temperatura). Neste aspecto, para Marques (2021) é necessário estudos mais aprofundados sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Estado, pois os rios urbanos se encontram notoriamente com problemas de poluição.

Segundo dados do Relatório consolidado do PERH/AM (2019) e do relatório Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021) as principais fontes de abastecimento de água para população urbana do Estado nos 62 municípios se apresentam da seguinte forma: 43 cidades utilizam águas subterrâneas, 10 superficiais e 9 mistas<sup>63</sup>. Esses dados correspondem a aproximadamente 69% destas cidades, que consomem prioritariamente água do manancial subterrâneo. Se somar-se as nove sedes urbanas mistas, esse percentual pode chegar a 84% de toda água consumida pela população do estado do Amazonas.

Para Becker (2003), a problemática regional da Amazônia é oposta ao quadro mundial. Enquanto no nível global se caracteriza por escassez de oferta e intenso crescimento do consumo de água, na região se torna agudo o paradoxo brasileiro de abundância do recurso natural em relação ao baixo consumo, em parte decorrente da inacessibilidade social deste recurso em função da deficiência dos serviços de água disponíveis a população.

Essa situação se exhibe, apesar da elevada disponibilidade hídrica superficial, boa parte da população do Estado não é atendida pela rede de distribuição de água potabilizada, e, em muitos dos casos, depende de fontes hídricas não seguras<sup>64</sup>, em função da infraestrutura precária de tratamento e distribuição das prestadoras dos serviços de água. Outra situação que vem ocorrendo nos últimos anos, é a intensidade do período de estigam, onde ocorre a deterioração da qualidade da água, expõe a população mais vulnerável aos problemas socioambientais decorrentes da seca.

Além disso, diante das dificuldades de monitoramento da qualidade da água em séries constantes, devido a infraestrutura instalada, considerando apenas as

---

<sup>63</sup> Nestes casos, as cidades utilizam para o abastecimento urbano as águas superficiais e subterrâneas.

<sup>64</sup> São as águas consumidas principalmente dos poços tubulares que são construídos sem autorização, fiscalização e controle de qualidade da água consumida pelos órgãos competentes, neste caso do Serviço Geológico do Brasil/CPRM e o IPAAM.

características físico-químicas disponíveis e não considerando todos os parâmetros estabelecidos pela ANA no IQA, pode-se “afirmar”, que os rios do estado do Amazonas podem ser enquadrados, no mínimo, na Classe 1 da Resolução CONAMA Nº 357/2005 (PERH/AM, p. 61).

Todavia, nos igarapés que atravessam as áreas urbanas, é visível a degradação decorrente de esgotos domésticos e resíduos sólidos, causando impactos na qualidade de vida da população. No momento em que estes igarapés deságuam nos cursos de água de maior porte, ocorre uma “rápida diluição dos contaminantes”, não ocasionando deterioração da qualidade da água devido às grandes vazões” (PERH/AM, p. 61).

Esta proposição pode não condizer com a realidade de muitas cidades, principalmente no período da vazante e/ou seca, onde a quantidade da água tem uma redução significativa de sua vazão, além dos eventos hidroclimáticos extremos cada vez mais constantes. Neste sentido, generalizar a escala de análise para todos os períodos sazonais dos rios do estado do Amazonas, pode induzir a um gerenciamento dos recursos hídricos frágil.

Mesmo diante destas constatações acima citadas de poluição pontual dos rios urbanos em algumas cidades do estado, em especial na cidade de Manaus, pouco ou quase nada tem sido realizado para monitorar ou revitalizar essas águas. De acordo com Vianna e Holanda (2022, p. 2-7), de 2011 a 2021 foram analisados os atos administrativos das reuniões ordinárias e extraordinárias disponibilizadas pela SEMA-AM<sup>65</sup> sobre o tema revitalização dos igarapés urbanos do Estado. Esta pesquisa constatou que ao longo de dez anos de trabalho do CERH/AM, ou seja, em quarenta reuniões nunca se deliberou um ato administrativo específico para ações de revitalização dos igarapés degradados.

No que diz respeito as águas subterrâneas no Resumo Executivo (PERH/AM, p. 65) identificou por meio do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS<sup>66</sup>, desenvolvido e de responsabilidade do Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM, 9.199<sup>67</sup> poços tubulares e/ou escavados no estado do Amazonas. Seus

---

<sup>65</sup> Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/conselho-estadual-de-recursos-hidricos/>.

<sup>66</sup> Disponível em: <https://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>.

<sup>67</sup> Conforme pesquisa no SIAGAS-SGB/CPRM em 25/02/2023, estão cadastrados 9.638 poços no estado do Amazonas. Disponível em: [https://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](https://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php).

usos principais são para abastecimento urbano 40,46%, abastecimento industrial 17,68%, abastecimento múltiplo 14,83% e abastecimento doméstico com 14,37%.

Os atenuantes para este tipo de captação da água subterrânea nos poços do Amazonas é que em sua maioria, são bastante rasos, inferiores a 50m. Com isso, os usos dos poços, por meio dos níveis estáticos são rasos, em torno de 10m, evidenciando uma situação de risco e/ou vulnerabilidade maior em relação à contaminação da água gerada em superfície. Os níveis dinâmicos são considerados rasos, em torno de 24m, coerentes com os tipos de aquíferos predominantes no Estado e com seus próprios níveis estáticos (PERH/AM, p. 66).

Neste contexto, Ferreira (2008) salienta que cabe ao órgão gestor estadual dos recursos hídricos uma maior atuação na gestão, principalmente no que se considera um dos maiores desafios desta região, a garantia de qualidade das águas a toda a população, assim como melhorar as condições existentes e evitar o avanço das condições degradantes. Ainda segundo esta autora (2008, p. 62) analisa:

No estado do Amazonas, os instrumentos de outorga, cobrança, plano de bacia e enquadramento, assim como mecanismos, como o cadastro e a fiscalização, não serão objeto de implantação pela União, sob responsabilidade da ANA. No sistema de gerenciamento, o apoio também será restrito ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, ao órgão gestor estadual e às comissões Interestaduais. Justifica-se tal configuração devido às condições de abundância de água na região amazônica. Apesar de tal condição poder se reverter em virtude das mudanças climáticas.

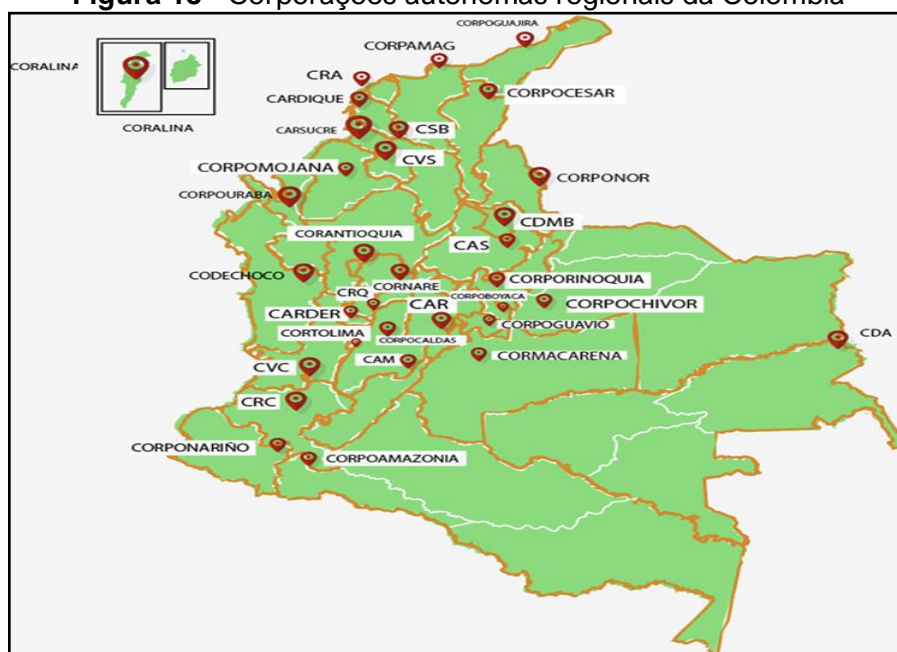
Em face ao exposto, são vários os desafios da gestão das águas no estado do Amazonas brasileiro, seja por sua disponibilidade quantitativa, seja pela baixa densidade demográfica em relação a sua dimensão territorial ou em decorrência da “ausência” de conflitos pelos usos dos recursos hídricos, que não se enquadram nas normativas e/ou parâmetros nacionais. Outro desafio eminente que se apresenta, está relacionado a significativa parcela da vazão de rios da região sofrer influência direta das nascentes, que se localizam nos países vizinhos. Neste sentido, a médio e longo prazos será fundamental estabelecer mecanismos de cooperação, no que tange a gestão e planejamento da qualidade da água, que flui para o estado destes países.

No Amazonas colombiano, assim como na esfera nacional não tem uma lei específica de regulamentação das águas. Todavia, consoante as normativas nacionais, fica a cargo das Corporaciones Autónomas Regionales – CAR, conforme

representadas na figura 13, regular no âmbito estadual o gerenciamento dos recursos hídricos na Colômbia. Conforme a Ley 99/1993 no Art. 23:

Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente (Ley 99/1993 no Art. 23).

**Figura 13 - Corporações autônomas regionais da Colômbia**



**Fonte:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023.

Disponível em: <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2067>.

A instituição das CAR tem como objetivo estabelecido no Art. 30 da Ley 99/1993, la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos Naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente.

No que tange a função das CAR destacar-se-á aquelas relacionadas, especificamente ao gerenciamento das águas estaduais instruídas no Art. 31, del números 12 e 18:

- ✚ Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos;
- ✚ Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales.

Ainda segundo as funções das Corporações Autônomas Regionais, conforme destacado o item 4 do Art. 31, as CAR têm o papel de coordenar o processo de preparação dos planos, programas e projetos de desenvolvimento ambiental, que deve formular os diferentes organismos e entidades integrantes do SINA em sua área de atuação, e, em especial assessorar os Departamentos<sup>68</sup>, Distritos e Municípios em sua jurisdição territorial de maneira a assegurar a harmonia e coerência das políticas e ações adotadas nas distintas entidades territoriais<sup>69</sup>.

Estabelecidas as funções e os objetivos das corporações, foram criadas e constituídas suas áreas de atuação, conforme descrito no Art. 33:

La administración del medio ambiente y los recursos naturales renovables estará en todo el territorio nacional a cargo de Corporaciones Autónomas Regionales. Las siguientes Corporaciones conservarán su denominación,

<sup>68</sup> Os Departamentos são em uma tradução literal os limites políticos administrativos dos Estados na Colômbia.

<sup>69</sup> Entidad cuyo campo de acción puede ser el territorio entendido como región, departamento, municipio, distrito, provincia o territorio indígena y aquel al que la Ley le dé el carácter de entidad territorial y tendrá autonomía para la gestión de sus intereses, dentro de los límites de la Constitución y la Ley. CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA 1991, Título XI, Cap. 1, Art. 286. p. 126.

sedes y jurisdicción territorial. E no Art. 35; Créase la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia - CORPOAMAZONIA, como una Corporación Autónoma Regional, la cual estará organizada como una Corporación Autónoma Regional sujeta al régimen de que trata el presente artículo. La jurisdicción de CORPOAMAZONIA comprenderá el territorio de los departamentos de Putumayo, Caquetá y Amazonas. La sede principal de CORPOAMAZONIA será la ciudad de Mocoa en el Departamento del Putumayo y establecerá subsedes en las ciudades de Florencia y Leticia.

Para Dourado Jr. (2014, p. 134), o gerenciamento dos recursos hídricos distribuídos nos estados por meio das corporações autônomas, permite que as ações sejam desenvolvidas e acompanhadas mais de perto pelos seus órgãos gestores. Desta maneira, a presença da instância local pode oportunizar pela proximidade, o controle social da gestão, e, conseqüentemente uma gestão mais participativa e/ou apropriada a realidade que se apresenta.

Neste contexto, por meio do Decreto 1640/2012 no Art. 22; Las CAR priorizarán las cuencas hidrográficas para la ordenación y manejo, así como, priorizarán las cuencas objeto de ordenación en la respectiva Área Hidrográfica o Macrocuena, de acuerdo con criterios de oferta, demanda y calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad. No § 2º do referido artigo, incorpora os resultados da priorização, assim como as estratégias, programas e projetos definidos no Plano de Ordenamento e Gestão da Bacia Hidrográfica, nos respectivos Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) e Planos de Ação.

As diversas normativas legais de gerenciamento das águas inseridas na gestão dos recursos naturais na esfera nacional, torna complexa sua gestão no âmbito do estado, e, conseqüentemente no nível local. Conforme Irujo e Pinzón (2016), a quantidade de dispositivos legais e normativos não específicos para a gestão das águas nacionais leva a distorções interpretativas das leis de gestão dos recursos naturais nacionais em relação aos decretos instituídos de gestão e planejamento dos recursos hídricos.

Ainda segundo estes autores, ao contrário do que está consagrado no decreto ley<sup>70</sup>, o regulamento editado pelo decreto 1640 de 2012 concebe quatro diferentes

---

<sup>70</sup> El POMCA es el único instrumento de Planificación concebido en el Decreto Ley 2811/1974 para gestionar las cuencas hidrográficas [...]. Las cuencas en ordenación son consideradas em el decreto ley como áreas de manejo especial, es decir, áreas protegidas, y por tal razón la formulación del plan no está concebida para todas las cuencas hidrográficas del país, sino solamente para aquellas em las



instrumentos de planejamento para as bacias hidrográficas: o Plano Estratégico, o Programa de Monitoramento, o POMCA e o Plan de Manejo Ambiental - PMA. Desta forma, concebe tais planos e programas como obrigatórios para todas as bacias em seus diferentes níveis ou ordens, e condiciona as autoridades a definirem uma ordem de prioridades para sua formação.

É neste contexto normativo de gestão da água no âmbito do Departamento en la Amazonia colombiana, que se insere a Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – CORPOAMAZONIA. Esta Corporação inclui, para fins de gestão dos recursos naturais, os Departamentos de Putumayo, Caquetá e Amazonas. Sua sede principal fica no Departamento de Putumayo, estado limítrofe com o departamento de Nariño, umas das regiões da colômbia, onde desde 2012<sup>71</sup> vem ocorrendo conflitos qualitativos de escassez de água com o Equador.

Em relação a área de gerenciamento das águas está sob sua área de atuação as Subzonas Hidrográficas – SZH dos rios Caquetá, Putumayo, San Miguel, Caguán, Guayas, Pescado, Orteguzaza e Amazonas. As principais cidades que estão assentadas ao longo desses rios são Puerto Asís, Orito, Valle del Guamuez, Mocoa, Florencia, Cartagena del Chairá, Leticia e Puerto Nariño com os maiores contingentes populacionais destes Estados (IDEAM, 2013 e DANE, 2018).

---

cuales se requiere su elaboración, debido a las condiciones ecológicas, económicas y sociales. Ijuro e Pinzón, 2016, p. 157.

<sup>71</sup> Desde o final de 2012 foi dado início a formulação do Plan Binacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico de las cuencas transfronterizas Carchi-Guáitara, Mira y Mataje na Colômbia e Equador. O intuito deste plano é estabelecer metas e ações de gestão compartilhada das águas fronteiriças nestas bacias de 2015-2035. Pois, segundo o diagnóstico realizado neste plano identificou que nas bacias hidrográficas fronteiriças Mira-Mataje nestes países vem enfrentando problemas de poluição devido a descarga das águas residuais domésticas e das atividades agrícolas sem tratamento e/ou fiscalização. Essa problemas tem afetado a qualidade da água principalmente na bacia Mataje na Colômbia localizada a jusante desta rede hidrografia compartilhada a montante com a bacia Mira no Equador. Uma questão que se apresenta neste caso é que a montante desta região hidrográfica compartilhada entre esses países vive 10% da população enquanto a jusante 90% onde os impactos hídricos têm sido mais intensos. Uma das questões mais evidenciadas sobre este tema nas entrevistas realizadas em Corponariño foi que o maior problema da poluição destas águas seria as normativas hídricas diferentes e a gestão não compartilhada devido aos interesses distintos e a soberania nacional nestes países. Fonte: CORPONARIÑO. **Plan Binacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico de las cuencas transfronterizas Carchi-Guáitara, Mira y Mataje, Colombia y Ecuador, 2017.** p. 36. Documento impresso disponibilizado em entrevista realizada no mês de outubro na cidade de Pasto na Colômbia no ano de 2019.

Segundo dados disponibilizados pela Corpoamazonia<sup>72</sup> (2023), sua região de abrangência corresponde a uma área entre 212.000 e 275.000 km<sup>2</sup>, isso corresponde a um quinto do território continental da Colômbia. A baixa precisão no valor da extensão territorial da região se deve, principalmente a deficiências nos textos legais que definem os limites dos três departamentos. Além disso, é o reflexo da ausência de instrumentos cartográficos adequados, aliados a uma rede geodésica de monitoramento e observação espacial pouco criteriosa em quantidade compatível com a extensão de sua área de atuação.

Neste contexto, o gerenciamento dos recursos hídricos se estabelece na Subsede Territorial Amazonas - Corpoamazonia no Departamento do Amazonas. Neste Estado estão localizados os municípios de Leticia e Puerto Nariño e as áreas não municipalizadas<sup>73</sup> de El Encanto, La Chorrera, La Pedrera, La Victoria, Mirití-Paraná, Puerto Alegría, Puerto Arica, Puerto Santander e Tarapacá. A primeira ação no que tange a gestão dos recursos hídricos nesta região, ocorreu por meio da Resolución 1401 del 31 de octubre de 2016, por medio de la cual se aprueba el “Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca de la quebrada Yahuaraca, Municipio de Leticia, Departamento de Amazonas<sup>74</sup>” realizado no período de 2013 a 2014.

A microbacia Yahuaraca está localizada nas seguintes coordenadas geográficas máximas 4 5' 49,805" S e 69 58' 37,384" W e Mínimas 4 12' 20,700" S e 69 57' 6,445 W nas comunidades rurais indígenas de San Sebastián de los Lagos, Castañal los Lagos, San Antonio de los Lagos, San Juan de los Parentes, San José Kilómetro 6, Ciudad Jittoma Kilómetro 7, Mamiki Ibiri Kilómetro 11, San Miguel Kilómetro 3, San Pedro de los Lagos y Moniya Amena com uma área de

---

<sup>72</sup> Disponível em: <https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/2013-11-12-13-36-00#el-espacio-jurisdiccional-formal>.

<sup>73</sup> Son divisiones territoriales que están comprendidas en los departamentos de Amazonas, Guainía y Vaupés que actualmente no se encuentran erigidas como entidades territoriales del régimen municipal o especial definidas en la Constitución Política de 1991 a nivel de municipios, distritos y entidades territoriales indígenas. Para fines estadísticos y dentro de la División Político-Administrativa (DIVIPOLA), el DANE les ha asignado un código con estructura similar a la establecida para los municipios. DANE, 2020. Disponível em: <https://conceptos.dane.gov.co/conceptos/transversal>.

<sup>74</sup> Este plano foi financiado pelo Contrato 0541/2013 - CORPOAMAZONIA em cumprimento ao Plan de Acción 2012-2015 “Amazonia un Compromiso Ambiental para Incluir”. Sua execução foi realizada pela CORPOAMAZONIA - Sede Territorial Amazonas em parceria com SENA - Regional Amazonas, SINCHI, INCODER - Territorial Amazonas, Alcaldía de Leticia, UNAL, ANSPE, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Seu horizonte de ações estratégicas a partir dos resultados apresentados no diagnóstico da microbacia Yahuaraca ficaram estabelecidos para o período de 2015 a 2025.

aproximadamente 4.400 hectares. É desta rede de drenagem, que é captada a água para o tratamento e distribuição pela prestadora dos serviços de água na cidade de Letícia (CORPOAMAZONIA, 2014)

Segundo esta normativa, o município tem uma população de cerca de 33.004<sup>75</sup> habitantes, dos quais 3.335 vivem nas áreas rurais, como os indígenas das etnias Ticuna, Uitoto, Cocama, Boras, Mirañas, Okainas, Yguas, Yucunas e colonos. O consumo dos recursos hídricos desta microbacia é predominantemente utilizado pela população urbana, com aproximadamente 89%. O consumo de água de uso doméstico utilizado pelos moradores nas comunidades rurais, é predominante das águas pluviais com 70%, 11% armazenam em tanques e complementam com poços tubulares próprios, 11% recebem de poços tubulares comunitários e 8% exclusivamente de poços tubulares particulares sem nenhum tipo de tratamento químico da água utilizada.

Ainda conforme está resolução, a problemática ambiental da microbacia Yahuaraca se caracteriza pelos seguintes fatores:

- ✚ La deforestación para el desarrollo de actividades agropecuarias incluyendo la afectación de las franjas protectoras;
- ✚ La degradación y contaminación de humedales y quebradas por la presencia de búfalos en estos ambientes por el vertimiento de residuos líquidos y además por los lixiviados que se generan en el botadero a cielo abierto sin enterramiento que existe al interior de la microcuenca;
- ✚ La contaminación de aguas subterráneas por la infiltración de aguas servidas;
- ✚ El 22% de las comunidades indígenas no disponen de un sistema de disposición de excretas;
- ✚ También se presentan actividades de cacería.

Diante deste cenário, ficou estabelecido no Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca Yahuaraca a implementação de 8 ações estratégicas, 12 programas e

---

<sup>75</sup> Segundo o último Censo Nacional de Población y Vivienda (DANE, 2018) realizado na Colômbia são aproximadamente 42.844 no município e no Estado 66.065 habitantes. Disponível em: <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/?lt=4.456007353293281&lg=-73.2781601239999&z=6>.

31 projetos, a fim de minimizar os impactos ambientais que tem degradado os recursos naturais nesta microbacia (CORPOAMAZONIA, 2014). Destas ações estratégicas, destacar-se-á dois programas e oito projetos, que foram priorizados neste plano para a manutenção da quantidade e qualidade da água nesta microbacia, conforme descrito no quadro 10.

**Quadro 10 - Estratégias, programas e projetos a serem executados**

Estrategias <sup>76</sup>	Programas	Proyectos
<b>2. Restaurar, conservar y proteger</b>	2. Restauración, Conservación y protección de la microcuenca	1. Estudio para la definición, alinderación y declaración de las zonas de protección de la microcuenca Yahuaraca. 2. Acciones para la recuperación de áreas degradadas y Conservación de áreas para la protección de la microcuenca. 3. Declarar el área del sistema de Lagos de Yahuaraca como parque regional natural.
<b>3. Gestión integral del recurso hídrico</b>	3. Protección y restauración del recurso hídrico	1. Estudiar la capacidad de recarga del acuífero (aguas subterráneas) del área de la microcuenca. 2. Formulación Plan de Manejo Ambiental sistema lagunar de los Lagos de Yahuaraca. 3. Manejo e disposición adecuada de los vertimientos en las cominidades indígenas y no indígenas del área de la microcuenca Yahuaraca. 4. Abastecimiento de agua potable para consumo humano em las comunidades indígenas y no indígenas del área de la microcuenca Yahuaraca. 5. Manejo e disposición adecuada de residuos sólidos convencionales en las cominidades indígenas del área de la microcuenca Yahuaraca, municipio de Leticia, Departamento de Amazonas.

Fonte: Resolución 1401/2016 (CORPOAMAZONIA, 2014, p. 342-343).

Esses projetos foram planejados para serem executados no período de 10 anos de 2015 a 2025, a fim de priorizar a manutenção dos recursos naturais desta área, pois segundo o diagnóstico deste plano, mostra que o desmatamento para produção agropecuária, expansão urbana em áreas de risco e o lançamento das águas residuais nos igarapés sem tratamento são uma das principais causas de degradação da qualidade da água nesta microbacia.

<sup>76</sup> Conforme este Plano de Gestão Ambiental de la Microcuenca Yahuaraca são oitos estratégias a serem implementadas, neste caso, no quadro 09 enfatizamos apenas as estratégias 2 e 3. CORPOAMAZONIA – Sede Territorial Amazonas, 2015, p. 359-360.

Foram realizados vários eventos nos anos de 2017 a 2018 no município de Letícia, para apresentar a população o resultado dos levantamentos e diagnósticos do PMA da microcuenca Yahuaraca. Em paralelo estavam sendo realizadas as audiências públicas, workshops e oficinas de construção do Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT de Leticia, que se estenderam até o ano de 2019<sup>77</sup>. Até o segundo semestre 2022 o PBOT de Leticia ainda não estava em vigor, pois estava sob análise da Corpoamazonia - Setor Territorial Amazonas.

Esta prerrogativa normativa da Corpoamazonia na esfera municipal está pautada no Art. 5º da Resolución 1401/2016, que o município de Letícia deverá ajustar e/ou formular seu PBOT de acordo com diretrizes e parâmetros do PMA da Microcuenca Yahuaraca, de acordo com o estabelecido no Art. 10, alínea b, da Ley 388 del 18 de julho de 1997 em destaque:

ARTICULO 10. DETERMINANTES DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes: b) Las regulaciones sobre conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras; las disposiciones producidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, en cuanto a la reserva, alindamiento, administración o sustracción de los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional; las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción; y las directrices y normas expedidas por las autoridades ambientales para la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica.

Assim como no Estado do Amazonas brasileiro, no Departamento do Amazonas colombiano uma parcela significativa do seu território é composta por Terras indígenas, Parques Nacionais Naturais, dentre outras áreas de proteção ambiental. Porém, por ter uma densidade demográfica baixa em relação ao restante do país, e

---

<sup>77</sup> Este documento ha sido elaborado en el marco del contrato 404 de 2018 CONSORCIO MC, como primer y segundo producto de entrega para el municipio de Leticia como insumo principal para la etapa inicial de diagnóstico del PBOT; la entrega identifica: modelo, captura de información, clasificación de documentación, cadena de mando, custodia y estructura de base de datos, la evaluación (operativa y de suficiencia) de los contenidos de los componentes general, urbano y rural del PBOT, la matriz del mapa conceptual, la matriz de fines y medios, y la matriz de cumplimiento del programa de ejecución, del PBOT vigente. Documento de recopilación y analisis de información primaria y secundaria PBOT Leticia – Amazonas, producto 1 e 2. Fonte: Levantamento de campo, 2021.

“abundância quantitativa de água”, o controle e a fiscalização nestas áreas são restritos a projetos e ações isoladas por parte do Estado e do governo Federal nestes países. Isso de forma direta e indireta, tem incentivado a práticas ilegais que tem impactado na degradação contínua dos recursos naturais nesta região.

Para Sant’Anna e Villar (2015, p. 15-16) a maioria dos acordos firmados nas bacias fronteiriças apresenta regulamentação geral e não indica regras claras sobre o uso compartilhado. Além disso, as obrigações firmadas exigem ações nacionais, que não são concretizadas ou respeitadas na escala local devido as assimetrias dos atores sociais. Neste sentido, a gestão compartilhada requer uma análise multiescalar, que permita ver como tais acordos afetam as políticas nacionais e locais de gestão da água, especialmente nas áreas de fronteira, que são as mais impactadas pelas mudanças realizadas nos países vizinhos.

Outros aspectos devem ser levados em consideração segundo essas autoras, pois, a cooperação por meio de programas e projetos entre os Estados na escala internacional não implica na ausência de conflitos relacionados ao uso da água em escala local de suas bacias compartilhadas. No que diz respeito a participação social, na bacia Amazônica, não existe até o momento mecanismos de coordenação entre instituições de nível internacional, e em outras escalas (nacional e estadual) nem é permitida a participação da sociedade civil, uma vez que a governança implica num contexto maior que a cooperação interestadual, de forma que inclua a participação de todos os agentes no processo decisório para a regulamentação de uso dos recursos hídricos. Sendo assim, a ratificação de um acordo internacional não necessariamente pressupõe uma gestão compartilhada das águas transfronteiriças.

É analisando a partir destas escalas de gestão da água no Brasil e na Colômbia, assim como de suas normativas regulatórias nacionais e estaduais, neste caso dos “Amazonas” brasileiro e colombiano, que discorrer-se-á no próximo item como esses acordos, projetos e programas fomentados na bacia Amazônica de cooperação internacional implantados ou em execução na escala local, têm impactado de forma positiva e/ou negativa na gestão dos recursos hídricos em cidades amazônicas de fronteira internacional.

### **2.3 Diagnóstico Socioambiental da Rede Hidrográfica de Cidades Amazônicas em Áreas de Fronteira Internacional**

Desde o final do século XX a importância de manutenção dos recursos naturais, frente as mudanças climáticas e suas implicações na superfície terrestre cada vez mais constantes, tem suscitado o interesse dos países desenvolvidos em firmar suas políticas de sustentabilidade ambiental por meio da cooperação internacional com os países e/ou regiões, que ainda detém seus ecossistemas naturais preservados. Sendo assim, várias agências intergovernamentais e organizações não governamentais foram criadas para financiar projetos pelo mundo, a fim de investigar como estas áreas preservadas e/ou conservadas, têm contribuído para a manutenção do equilíbrio natural dos recursos naturais disponíveis.

Como a água é um recurso integrador de usos múltiplos para as diversas atividades na sociedade atual, sua gestão sustentável ganha destaque neste cenário. A Amazônia, a maior floresta tropical do mundo e detentora de uma parcela significativa de toda água doce da terra, instiga o interesse dos países desenvolvidos para sua preservação. É neste contexto que se analisará trabalhos, relatórios e projetos de pesquisas realizados por instituições intergovernamentais e de pesquisadores locais sobre o tema fronteira e água em cidades amazônicas fronteiriças da bacia Amazônica, com o intuito de compreender a situação vigente dos impactos socioambientais na rede hidrográfica desta região.

Além disso, entender por meio deste levantamento como essas ações têm impactado de forma positiva ou negativa no contexto da condição de vida da população que vive nestas localidades, uma vez que a sustentabilidade ambiental perpassa não apenas pela proteção dos recursos naturais como bem econômico de oferta e demanda disponível, mas sim no equilíbrio ambiental e social das condições de vida mais justas para todos os moradores da bacia Amazônica.

Para Senhoras, Veras e Silva (2012, p. 169), a macrovisão territorial parte de uma concepção de que não se reduz à formação socioespacial da escala nacional ou propriamente dos processos de integração nacional, que são pautados numa série de políticas públicas, mas também incorpora significativas contribuições dos processos

de regionalização internacional e na definição de novos marcos normativos nos intercâmbios entre os Estados Nacionais.

Ainda segundo esses autores, a centralidade de se trabalhar as fronteiras pode viabilizar o desenvolvimento de uma integração regional internacional das faixas de fronteira e das localidades nelas situadas de maneira conectada à integração regional internacional, a fim de se contrapor a lógica dos grandes vazios espaciais, que são identificados apenas como áreas de passagem.

No Brasil, o ordenamento territorial das zonas de fronteira foi instituído pelo Ministério da Integração Nacional por meio da Proposta de Reestruturação do Programa de Desenvolvimento das Faixas de Fronteira, 2005<sup>78</sup>. O objetivo da proposta era definir uma agenda global de diretrizes, estratégias e instrumentos de ação destinados à reestruturação do Programa de Desenvolvimento da Faixa de Fronteira. Esta agenda teria como linhas mestras o desenvolvimento econômico regional e a promoção da cidadania dos povos da fronteira, num momento em si estratégico de fortalecimento da integração sul-americana.

Nesta proposta de reestruturação do programa as faixas de fronteira brasileira com relação aos países vizinhos da América do Sul foram divididas em três macroescalas identificadas como Arcos Norte, Central e Sul e dezenove microescalas denominadas de sub-regiões I – Oiapoque – Tumucumaque, II - Campos do Rio Branco, III – Parima – Alto Rio Negro, IV – Alto Solimões, V – Alto Juruá, VI – Vale do Acre – Purus, VII – Madeira – Mamoré, VIII – Fronteira do Guaporé, IX – Chapada dos Parecis, X – Alto Paraguai, XI – Pantanal, XII – Bodoquena, XIII – Dourados, XIV – Cone Sul-Mato-Grossense, XV – Portal do Paraná, XVI – Vales Colonias Sulinos do: Segmento Sudoeste do PR, VXII – Semento Oeste de SC, XVIII – Segmento Noroeste do RS e XIX – Fronteira da Metade Sul do RS (BRASIL, 2005).

É por meio deste recorte político administrativo em macroescalas e microescalas das zonas de fronteira brasileiras em relação aos países fronteiriços, que

---

<sup>78</sup> Este programa foi idealizado da parceria entre a Secretaria de Programas Regionais do Ministério da Integração Nacional e da Universidade Federal do Rio de Janeiro que resultou na sistematização e análise de informações concernentes à Faixa de Fronteira Internacional do Brasil, de modo a subsidiar políticas públicas em diversas escalas de ação governamental. Paralelamente, a proposição de indicadores econômicos e sociais pode subsidiar a iniciativa privada em futuras tomadas de decisão quanto à aplicação de investimentos, e as ações pela cidadania na região de fronteira. Brasil, 2005, p. 8.



se destacará a faixa de fronteira do Arco Norte, e, mais especificamente a sub-região do Alto Solimões onde está inserida a Bacia Amazônica e como vêm sendo realizadas as ações de gestão do território dos países signatários da OTCA, em detrimento a manutenção da quantidade e qualidade da água nesta região transfronteiriça.

Segundo estudo realizado por Sant'Anna (2013, p. 174), na Bacia do rio Acre região de tríplice fronteira do Brasil, Bolívia e Peru<sup>79</sup> os principais problemas transfronteiriços correspondentes aos usos da água nesta região estão relacionados as enchentes na época da estação chuvosa, devido as inundações, as secas no período de estiagem, que contribuem para o aumento de incêndios florestais e consequente crise de abastecimento de água e a poluição hídrica devido à ausência de saneamento básico nas áreas urbanas.

Ainda conforme a autora, esta rede hidrográfica transfronteiriça tem sofrido com os impactos causados pelo esgoto e lixo urbano, que são lançados diretamente nos rios. Esses impactos nas águas superficiais de forma direta têm levado muitos moradores das cidades de Brasiléia e Cobija na Bolívia a utilizarem água de poços tubulares em suas residências próximos a fossas e sumidouros, o que apresenta alto risco para a saúde, pois estas áreas não são apropriadas nesta região, devido à baixa profundidade do lençol freático.

Nas cidades de Assis Brasil e Iñapari no Peru o abastecimento de água é realizado por meio de poços tubulares e captação de água em nascentes, que é levada para um reservatório e distribuída na área urbana; todavia, estas cidades não contam com uma rede de coleta e tratamento de esgoto (SANT'ANNA, p. 180-181).

Nesta pesquisa também foi construído um quadro comparativo da governança dos recursos hídricos nas bacias dos rios Acre e Napo<sup>80</sup> e suas implicações na escala

---

<sup>79</sup> Esta bacia se localiza na tríplice fronteira do Peru, Brasil e Bolívia, ocupando uma parte do território do Departamento de Madre de Dios (Peru), do Estado do Acre (Brasil) e o Departamento de Pando (Bolívia). Esta área ficou conhecida como região do MAP, uma sigla que representa estas três unidades subnacionais da tríplice fronteira destes países. SANT'ANNA, F. M. 2013, p. 163.

<sup>80</sup> A bacia do rio Napo está localizada no extremo oeste da Amazônia Ocidental com uma área de drenagem que se estende por 99.349,9 km<sup>2</sup>, ocupando parte dos territórios do Equador (cerca de 59,6%), do Peru (cerca de 40%) e da Colômbia (0,4%). Sua origem está nas montanhas da Cordilheira Oriental dos Andes no Equador a uma altitude de aproximadamente 6.000 mil metros. Esta bacia se divide em Alto Napo e Baixo Napo. O Alto Napo corresponde desde a nascente até a desembocadura do rio Coca em território equatoriano, quando tem início o Baixo Napo até a sua desembocadura no rio Amazonas, próximo à Iquitos no Peru. CARDINI, J. Estudio Binacional de Navegabilidad del Río Napo (Ecuador - Perú). Informe Final, v. 6, 2010. 174 p. Disponível em: <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/acuatico/documentos/estudios/06>.

local das ações adotadas pelos governos destes países nas esferas Federal e Estadual, das instituições intergovernamentais como OTCA e IIRSA<sup>81</sup> têm sido implantadas. No quadro 11, foi realizado um recorte dos itens 4, 5, 6, 10 e 11 que trata especificamente dos aspectos de governança analisados por Sant'Anna (2013), quanto a implantação de projetos e/ou obras de infraestrutura, impactos socioambientais e poluição das águas nesta região fronteiriça.

**Quadro 11** - Análise comparativa da governança das bacias dos rios Acre e Napo

<b>Aspectos da Governança</b>	<b>Bacia do rio Acre</b>	<b>Bacia do rio Napo</b>
<b>4<sup>82</sup> – Participação no Projeto OTCA/GEF</b>	Sim. Consta no projeto piloto para adaptação as mudanças climáticas	Não está presente no Projeto
<b>5 – Impactos Socioambientais nas Bacias</b>	Desmatamento, contaminação hídrica pela falta de saneamento, secas e enchentes e diminuição dos recursos pesqueiros	Desmatamento, contaminação hídrica pela falta de saneamento, pela exploração de hidrocarbonetos e mineira
<b>6 – Projetos de Infraestrutura da IIRSA</b>	Estrada do Pacífico (Eixo Peru-Bolívia-Brasil)	Acesso à hidrovía do Napo (Eixo do Amazonas)
<b>10 – Água Potável e Saneamento nas concentrações urbanas</b>	Existem empresas que distribuem água potável nas cidades, mas não há iniciativas para melhorar a sua qualidade. Praticamente não existe coleta e tratamento de esgoto	Em poucas localidades existem empresas que distribuem água potável, mas não há iniciativas para melhorar a sua qualidade. Praticamente não existe coleta e tratamento de esgoto
<b>11 – Contaminação hídrica transfronteiriça</b>	Existe na área das cidades (Cobija-Brasília-Epitaciolândia, Assis Brasil-Iñapari) resultante da falta de saneamento	Existe por causa da exploração de hidrocarbonetos e do rompimento de oleodutos e, também pela falta de saneamento

**Fonte:** Delimitação adaptada de Sant'Anna (2013).

No Relatório Amazon Water: 10 Research Projects on the world's largest river basin publicado pela OTCA, por meio do GEF/Amazônia – Recursos Hídricos e Mudanças Climáticas em 2017, destacar-se-á as ações e os resultados dos projetos executados nos rios fronteiriços da bacia Amazônica, a fim de compreender a situação da quantidade qualidade da água utilizada pela população nas cidades desta região.

<sup>81</sup> The Initiative for the Integration of Regional Infrastructure in South America (IIRSA) is an institutional mechanism aimed at coordinating intergovernmental actions adopted by the twelve South American countries with a view to building a common agenda to foster projects for the integration of transport, energy, and communications infrastructure. The creation of IIRSA was decided at the Summit of South American Presidents held in August 2000 in the city of Brasilia. Throughout its ten years of existence, IIRSA has become an essential forum for infrastructure planning by the twelve South American countries from a shared and regional vision of the opportunities and challenges posed by the subcontinent. Disponível em: <https://iirsa.org/en/Page/Detail?menuItem=28>.

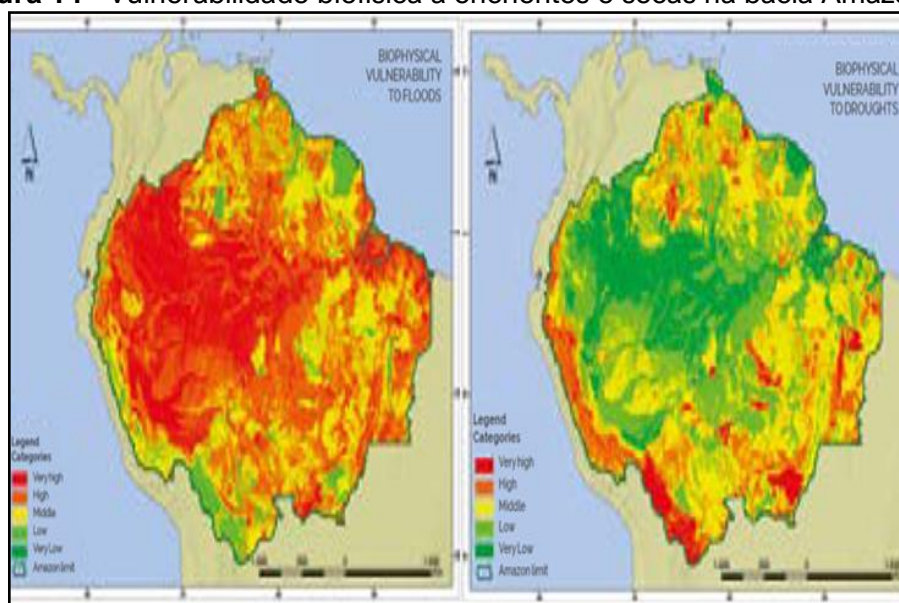
<sup>82</sup> Os itens aspectos de governança não estão em ordem numérica no quadro 10, pois foi realizado um recorte consoante aos objetivos da pesquisa. No trabalho referenciado foram construídos 13 aspectos de governança e suas comparações nas bacias analisadas. SANT'ANNA, F. M. 2013, p. 272-273.

Essas ações estão pautadas conforme este relatório OTCA/GEF-Amazônia (2017, p. 9-10) nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da Agenda 2030, particularmente no “Objetivo 6: Garantir o acesso à água e ao saneamento para todos” e no “Objetivo 13: “Fortalecer as medidas de adaptação as mudanças climáticas”. Estes objetivos foram reafirmados no Acordo de Paris, assinado em dezembro de 2016, com foco na região Amazônica, na medida em que um de seus objetivos são “fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas, no contexto do desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza”.

Sendo assim, o objetivo da implantação destes projetos na região foi conforme OTCA/GEF-Amazônia (2017, p. 13), “Fortalecer o quadro institucional para o planejamento e execução de ações estratégicas conjuntas dos países, no que tange as atividades de proteção e sustentabilidade de gestão dos recursos hídricos da Bacia Amazônica, em resposta as mudanças climáticas que a região está vivenciando”.

No estudo realizado com o tema “Mapeamento de Áreas de Risco para Mudanças Climáticas”, foi demonstrado nos seus resultados, que uma parcela significativa da região Amazônica é vulnerável a inundações, e, em menor escala de secas. Estas vulnerabilidades foram demonstradas no Atlas de Vulnerabilidade Hidroclimática da Bacia Amazônica, conforme figura 14.

**Figura 14 - Vulnerabilidade biofísica a enchentes e secas na bacia Amazônica**



**Fonte:** Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño – CIIFEN, sede Ecuador, 2017.

Segundo esta pesquisa esses eventos hidroclimáticos extremos têm sido intensificados nos últimos anos, e, têm afetado de forma negativa nas diversas atividades sociais e econômicas desenvolvidas nesta região. Essa condição de mudança no sistema hidrográfico Amazônico, mesmo que de forma pontual, é acentuada devido as condições de infraestrutura e socioeconômica precárias de uma parcela significativa dos moradores.

A pesquisa “Água Subterrânea para abastecimento urbano: avaliação dos Sistemas Aquífero da região de Letícia-Colômbia” teve como objetivo, descrever e avaliar as águas superficiais e subterrâneas de uso compartilhado na Região de Tríplice Fronteira (Colômbia, Brasil e Peru), considerando a interação do sistema hídrico desta área, e, como os possíveis impactos da variabilidade e mudanças climáticas podem afetar esse recurso.

Conforme esta pesquisa foi constatado por análises físico-químicas e microbiológicas realizadas na área urbana e periurbana de Letícia, que a qualidade da água superficial é variável, quanto mais distante do centro urbano da cidade a qualidade da água é melhor. Em contraste, a qualidade da água dos igarapés urbanos é alarmante, por receber resíduos sólidos e descargas de águas residuais. A qualidade das águas do Aquífero Aluvial Letícia em geral foi boa comparada as águas superficiais, sendo consideradas melhores para o consumo humano e outros usos.

No que diz respeito ao fornecimento de água potável e demanda de água na cidade, o aqueduto de Letícia não atende plenamente as necessidades hídricas de consumo humano e atinge menos de 50% da população, que necessita de água. Essa demanda reprimida de usuários tende por usar as águas subterrâneas e pluviais. Nesses casos, a água não recebe nenhum tipo de tratamento e é consumida nas mesmas condições em que foi captada ou recolhida.

Segundo dados deste projeto, mesmo uma parcela significativa da população ser usuária das águas do Aquífero Aluvial Letícia, a demanda atual não tem impacto quantitativo quanto a disponibilidade de água armazenada<sup>83</sup>. Todavia, foram

---

<sup>83</sup> Com as informações de consumo da água subterrânea registradas pelo projeto e o número estimado de usuários do inventário consolidado, foi definida a demanda atual de água subterrânea, que corresponde a 0,517 mm<sup>3</sup>/ano e para atender um total de 26.875 habitantes, equivalente a 65% da população total de Letícia. A demanda por água subterrânea é menor que a demanda máxima estimada, calculada em 1.224 mm<sup>3</sup>/ano. Isso indica que não há exploração excessiva de água. OTCA/GEF – Amazonas, 2017. p. 37

identificadas algumas fontes potenciais de poluição das águas subterrâneas e superficiais que incluem: Depósito de lixo a céu aberto no Km 4 da Rodovia Letícia-Tarapacá; Aterro sanitário no Km 17 dessa mesma estrada; Cemitério no centro urbano; Dois postos de gasolina no centro urbano; Sistema de armazenamento de combustível do Aeroporto Alfredo Vásquez Cobo; Matadouro no centro urbano e os Córregos poluídos das microbacias do San Antonio e Simón Bolívar.

Além desses fatores, as condições sanitárias de captação das águas subterrâneas são desfavoráveis, e, ameaçam a contaminação, pois quase todas as famílias despejam suas águas residuais em fossas sépticas, porque não possuem sistemas de esgoto. A maioria das fossas sépticas observadas 98% situam-se a uma distância superior a 30 m; no entanto existe uma densidade considerável de fossas sépticas na área analisada. Constatou-se, também, que 56% dos tanques não possuem cobertura adequada nem vedações de captação sanitária. Além disso, foi observado que 15% dos tanques, estão ao redor de poços de águas estagnadas (OTCA/GEF – Amazonas, 2017, p. 36).

No trabalho “Cidades Gêmeas que compartilham o mesmo aquífero: Caracterização hidrológica do Sistema Aquífero Transfronteiriço<sup>84</sup> Tabatinga-Letícia”, foi realizada uma análise conjunta dos resultados obtidos em dois estudos hidrogeológicos: o aquífero da região de Letícia e o da cidade de Tabatinga. Usando esses estudos, comparações qualitativas foram feitas, e, semelhanças e diferenças foram examinadas para determinar as características hidrogeológicas deste aquífero transfronteiriço.

Segundo esta pesquisa a unidade hidrológica identificada em Letícia e a descrita em Tabatinga como Aquífero Aluvial, são a mesma com as mesmas características composicionais formativas, e, são as unidades utilizadas pelos assentamentos humanos nas duas cidades (OTCA/GEF-Amazônia, 2017, p. 45). A espessura desta unidade hidrológica corresponde em média de 15 a 50 metros. Na zona mais próxima do rio Amazonas/Solimões pode chegar a 70 metros de profundidade.

---

<sup>84</sup> Os sistemas aquíferos de Letícia (Colômbia) e Tabatinga (Brasil) formam um único aquífero transfronteiriço, que por sua vez representa um subsistema da grande bacia hidrogeológica do sistema aquífero amazônico, como foi nomeado inicialmente. OTCA/GEF – Amazonas, 2017. p. 41.

A recarga deste aquífero conforme este trabalho concluiu que nos níveis mais superficiais, tem relação direta com as precipitações, mas a massa de água retida no aquífero está associada à dinâmica do rio, ao qual está conectada. Neste contexto, foi possível identificar que a profundidade da maioria dos poços tubulares 1.176 catalogados, em média possui 18 metros (SHI SAS, 2015 e ANA, 2015), mas estima-se que existam mais de 3.000 pontos de água, que extraem deste aquífero aluvial. Essas captações são realizadas nos centros urbanos de ambas as cidades, principalmente para uso doméstico.

No que diz respeito aos parâmetros de qualidade de água analisados, foi constatado que nestas cidades a maioria dos parâmetros está em conformidade com os limites aceitáveis para o consumo humano, conforme as legislações vigentes estabelecidas nestes países. Todavia na área urbana de Letícia o parâmetro Coliformes Totais foi identificado acima dos limites aceitáveis para consumo humano, e, requer que a água utilizada pela população deve ser tratada, especificamente para remover estes microrganismos antes de ser utilizada. Como esse aquífero é compartilhado com a cidade de Tabatinga, a mesma indicação poderá ser aplicada.

Diante destas constatações foi possível verificar que ambas as cidades têm vulnerabilidade moderada de poluição, devido aos siltes e argilas encontrados nas camadas superficiais do lençol freático no aquífero aluvial transfronteiriço compartilhado. Todavia as fontes potenciais de poluição constatadas em Letícia poderiam contaminar todo o aquífero, pois a direção do fluxo hidrogeológico indicou que a poluição possivelmente chegaria até o igarapé Santo Antônio (fronteira com Tabatinga), elevando o risco potencial de poluição das águas subterrâneas (OTCA/GEF – Amazônia, 2017, p. 47).

Na pesquisa “Cooperação Transfronteiriça para Gestão Sustentável da Água: a experiência, cidade piloto: Tabatinga, Amazonas” realizado pela ANA, constatou que dos 15 poços tubulares analisados, ou seja, 93% têm profundidade de até 30 metros. A base do aquífero variou de 19 a 21m. Os poços com profundidade superior a 21m ultrapassam a camada do aquífero e penetram na baixa permeabilidade dos sedimentos da Formação Solimões (OTCA/GEF-Amazônia, 2017, p. 60).

Os resultados deste trabalho na cidade de Tabatinga indicaram que qualidade das águas subterrâneas analisados em 27%, foi constatada a presença de coliformes

totais no Aquífero Aluvial de Tabatinga no período da cheia, enquanto na estação seca foram encontrados em 40% do total das amostras coletadas em desacordo com os parâmetros vigentes para o consumo humano, estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/2011 e Resolução CONAMA Nº 396/2008. Ainda de acordo com essa pesquisa, embora a avaliação de vulnerabilidade de um aquífero seja complexa, devido as suas características geológicas e hidrogeológicas de funcionamento, topografia e o tipo de solo, é importante considerar, também, a carga poluente imposta nesta unidade hidrológica.

Se estas métricas internas e externas forem levadas em consideração sobre a vulnerabilidade deste aquífero, a sua situação de risco moderada passaria para de alto risco, devido aos seguintes fatores que abrangem desde a ausência de rede de esgoto na área urbanizada, até a falta de planejamento de uso e ocupação do solo, que contribuem para aumentar a carga de poluentes.

O projeto “Modelo operativo de governança de risco: adaptação às mudanças climáticas e riscos de Manejo na Sub-bacia do rio Purus” concentrou suas atividades nas áreas com maior número de habitantes nos municípios de Beruri, Tapauá, Canutama, Lábrea, Boca do Acre e Pauini no Amazonas, e Santa Rosa de Purus, Sena Madureira e Manoel Urbano no Estado do Acre em território brasileiro. Estes estados foram selecionados em virtude de suas condições diferentes e específicas da bacia hidrográfica do Purus.

A implantação do projeto teve como objetivo avaliar os impactos das mudanças climáticas na gestão de riscos e gestão de recursos hídricos transfronteiriços compartilhados da bacia do Purus na área delimitada nos estados do Acre e Amazonas e, sua parte ocidental que atinge Peru e Bolívia. Nos levantamentos do trabalho foi identificado nesta região o aumento de eventos hidroclimáticos extremos.

Na região, as enchentes poluem os poços de água, disseminando doenças de veiculação hídrica (diarreia, cólera, leptospirose, entre outras). As inundações também fazem com que as fossas sépticas tendam a transbordar, danificam residências e infraestruturas causam perdas da produção agrícola. No período da seca a dificuldade de deslocamento do transporte fluvial que traz produtos alimentícios e combustível, principalmente ficam impedidos de chegar nessas cidades, impactando diretamente no aumento dos preços desses produtos (OTCA/GEF – Amazônia, 2017, p. 92).

No “Diagnóstico socioambiental da tríplice fronteira amazônica: Brasil, Colômbia, Peru” realizado por Lacerda (2019), é no contexto urbano que a vulnerabilidade social se mostra mais explicitada nesta tríplice fronteira Amazônica. Em relação aos serviços de água potável disponibilizados, para a população o quadro de acesso aos serviços públicos básicos como água tratada e esgoto, é caótico.

Neste trabalho, segundo Lacerda (2019, p. 80), apesar de acentuada e com efeitos profundos para a população mais pobre, a dificuldade de acesso a esses serviços básicos na tríplice fronteira desta região não é prerrogativa apenas das populações mais vulneráveis, pois a falta de estrutura e saneamento abrange o território e os moradores de maneira generalizada.

De acordo com este diagnóstico 60% dos domicílios urbanos de Tabatinga recebem água tratada pela Cosama, e, em Letícia 75% do aqueduto municipal conforme dados disponibilizados da USPD. A água que alimenta esses sistemas é retirada do rio Solimões e da bacia Yahuaraca. Essas águas captadas recebem tratamento químico para sua potabilização, contudo a água que chega nas residências da população, que é atendida por essas prestadoras de serviço de água em muitos casos é imprópria para a ingestão.

Neste contexto, conforme este autor, a infraestrutura de esgoto encanado nas cidades de Tabatinga e Letícia não chega a 30% das residências de acordo com os dados disponibilizados pela Cosama e USPD. No caso da Ilha de Santa Rosa este quadro é mais precário, pois todas as águas servidas dos domicílios são lançadas direto no rio, no mesmo local onde as pessoas realizam a captação de água para seus usos cotidianos.

Outro aspecto que cabe destacar é a destinação adequada do lixo e o tratamento destes resíduos nestas localidades. Segundo Lacerda (2019, p. 147), Letícia conta com um aterro sanitário localizado no km 16 na estrada dos quilômetros, área rural do município administrado por uma empresa terceirizada. Em Tabatinga a situação do destino do lixo ainda é pior, fica localizado em um lixão “a céu aberto” que recebe todos os resíduos sólidos da cidade sem nenhum tipo de controle ou tratamento. O espaço onde se localiza o lixão fica na estrada do Incra I, que dá acesso a algumas comunidades da zona rural do município. Neste contexto, a destinação



inadequada do lixo nestas cidades tem contribuído direta e indiretamente para a qualidade da água, que é utilizada pela população destas cidades.

Em estudo recente organizado pela OTCA em parceria com a Agência Brasileira de Cooperação – ABC do Ministério das Relações Exteriores, ANA e Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos – COBRAPE foi publicado no Resumo Executivo o “Relatório sobre a situação da qualidade da água na Bacia Amazônica” em 2023. Este documento mostra de forma ampla a situação da qualidade das águas superficiais da rede hidrográfica da bacia Amazônica realizados, no período de 2000 a 2019.

Nos resultados analisados a partir deste relatório da OTCA/ANA/ABC-Projeto Amazonas (2023), foi constatado que as principais atividades humanas com potencial impacto e/ou pressão sobre a qualidade da água nesta região, são o desmatamento, as queimadas, mineração, agropecuária, hidrelétricas, exploração petrolífera, esgotos domésticos e resíduos sólidos.

Essa pressão ao longo de décadas sobre as águas já pode ser constatada por meio dos seus efeitos antrópicos, de forma pontual em algumas sub-bacias desta região. Segundo este relatório foram analisados três parâmetros físico-químicos da água (Condutividade Elétrica - CE, Potencial Hidrogeniônico - pH e Oxigênio Dissolvido - OD), em virtude desses parâmetros estarem disponíveis numa escala temporal mais consistente.

Os resultados CE mostram que a maioria dos pontos analisados em 2019, estão em conformidade com a faixa de valores esperada para cada tipo de água<sup>85</sup>. As exceções ocorreram para águas pretas (condutividade <20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) em três estações na sub-bacia Marañon/ Solimões, localizadas em regiões inundáveis e com focos de desmatamento, apresentaram condutividade superior ao esperado para essa categoria de água e na sub-bacia do Baixo Amazonas, três apresentaram valores médios abaixo

---

<sup>85</sup> Os rios da Bacia Amazônica têm diferentes características hidrogeoquímicas como pH, condutividade, sais minerais, sólidos suspensos, substâncias orgânicas e cor, reflexos das diferentes regiões que cruzam. De acordo com as relações entre geologia, vegetação e suas características, estabeleceu-se uma divisão dos rios amazônicos em três categorias principais: rios de águas claras, brancas e pretas. A metodologia adotada para a avaliação do “Estado” leva em consideração os padrões legais de qualidade da água dos Países Membros da OTCA. Dessa forma, foram considerados os limites legais de cada país associados ao uso da água para abastecimento público e proteção e conservação dos ambientes aquáticos. No caso de haver diferentes limites, eles foram divididos entre mais e menos restritivos. A avaliação da qualidade da água para o relatório foi alicerçada nos dados de monitoramento recebidos da Bolívia, Brasil, Colômbia e Peru. OTCA/ANA/ABC – Projeto Amazonas, 2023, p. 16 e 28.

do esperado para essa categoria de água (OTCA/ANA/ABC – Projeto Amazonas, 2023, p. 30).

Nas águas brancas (condutividade entre 30 e 140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ): valores inferiores a 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  foram relatados em duas estações no rio Madeira. Valores superiores a 140  $\mu\text{S}/\text{cm}$  foram observados em uma estação no rio Marañon e uma no rio Solimões, ambas localizadas em áreas sujeitas a inundação, o que pode justificar os valores mais elevados. Esses altos valores igualmente foram verificados em dez estações no rio Pirai, numa região de intensa urbanização da cidade de Santa Cruz de La Sierra na Bolívia (OTCA/ANA/ABC – Projeto Amazonas, 2023, p. 31).

De maneira geral as médias dos valores de pH obtidos na bacia Amazônica estão de acordo com o previsto na legislação de todos os países para cada tipo de água, com as seguintes exceções encontradas nas águas pretas (pH entre 4 e 5): apenas duas estações na sub-bacia Marañon/Solimões apresentaram pH mais neutro do que o esperado para águas pretas. Elas estão localizadas nos rios Javari e Tefé, próximo a pequenos núcleos populacionais (OTCA/ANA/ABC – Projeto Amazonas, 2023, p. 31).

Nos rios de águas brancas (pH próximo a 7) na sub-bacia Marañon/Solimões, duas estações no rio Purus apresentaram resultados de pH abaixo do esperado e duas apresentaram média elevada de pH, uma situada no rio Marañon, próximo a áreas protegidas, e outra no rio Juruá, onde ocorrem áreas inundáveis e exploração de petróleo. Na sub-bacia Madre de Dios/Madeira/Mamoré, estações nas regiões de Santa Cruz de La Sierra e de La Paz apresentaram pH mais básico, reflexo da urbanização e das atividades correlatas. Valores mais básicos foram registrados igualmente no rio Aripuanã, onde ocorre o predomínio de áreas de florestas, mas com presença da agropecuária (OTCA/ANA/ABC – Projeto Amazonas, 2023, p. 31).

Na maioria das estações analisadas em termos de concentração de OD apresentou boas condições de qualidade da água com médias acima de 5 mg/L, mínimo legal adotado pelos Países Membros da OTCA. Nas sub-bacias Marañon/Solimões, duas estações indicaram tendência de aumento na concentração de OD e quatro de redução, configurando uma situação mais preocupante, visto que apresentaram média abaixo dos 5 mg/L. Nos rios Madre de Dios/Madeira/Mamoré seis estações estão com situação crítica de OD, três delas localizadas no rio Guaporé, uma

no rio Abuña, uma no rio Marmelo, afluente do Madeira, e uma no rio Rocha em Cochabamba, embora, nesse caso, as outras estações próximas, no mesmo rio, apresentem valores acima de 40 mg/L de OD em 2019 ( OTCA/ANA/ABC – Projeto Amazonas, 2023, p. 31).

Segundo este relatório todas estas estações que estão com alteração de valores abaixo ou acima dos limites estabelecidos de OD nestas bacias, estão próximos a ocupações urbanas e em zonas inundáveis; uma localizada no rio Javari, de águas pretas, e as demais no rio Solimões, de águas brancas. Além dessas quatro com tendência, mais 21 apresentaram média de OD abaixo de 5 mg/L em 2019, a maioria localizada em zonas inundáveis. É também frequente a ocorrência de áreas de mineração próximas a essas estações.

Diante deste quadro que se apresenta, no que diz respeito a qualidade das águas na bacia Amazônica, é importante seu gerenciamento a médio e longo prazo, pois os indicadores de pressão sobre os parâmetros de quantidade e qualidade da água para os diversos usos vem sendo degradados de forma progressiva. Novos parâmetros e índices qualitativos devem ser estabelecidos para a gestão e planejamento das águas, uma vez que os modelos metodológicos que respaldam essas análises, encontram dificuldades para enquadrar os parâmetros nacionais aos locais nesta região.

Neste contexto, destacar-se-á no próximo capítulo como a gestão das águas implantadas nas ações, projetos e programas na perspectiva internacional desde a OTCA até as normativas legais dos países têm influenciado no gerenciamento territorial e hidrográfico nas cidades de Tabatinga e Leticia localizadas no Arco Norte, Sub-região IV - Alto Solimões, região de fronteira internacional do Brasil e da Colômbia.

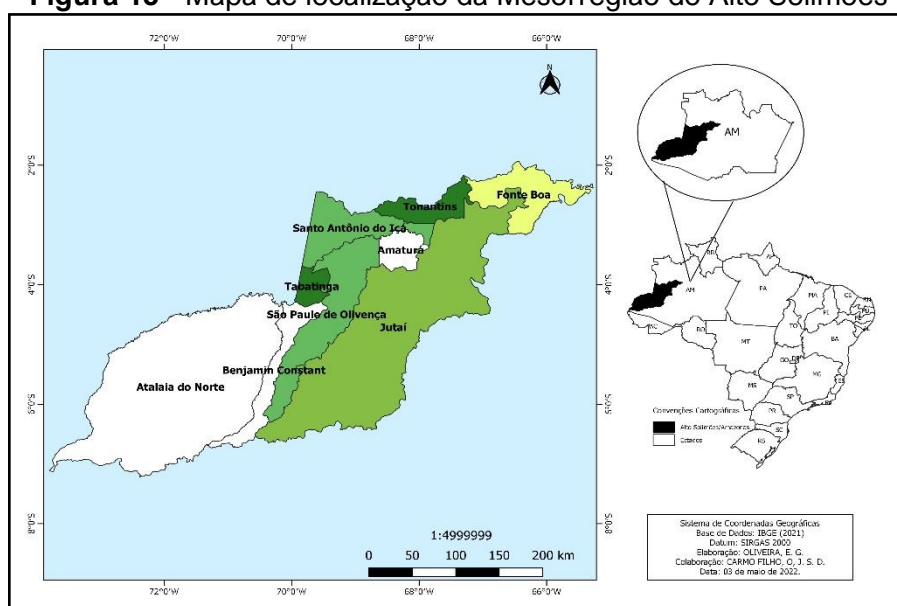
## CAPÍTULO 3

### CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ÁGUAS FRONTEIRIÇAS NAS CIDADES DE TABATINGA E LETÍCIA

#### 3.1 Caracterização da Área de Estudo

Os municípios de Tabatinga e Letícia estão localizados na faixa de fronteira internacional do Arco Norte, Sub-região 4 - Alto Solimões na região de tríplice fronteira do Brasil, Colômbia e Peru (BRASIL, 2005). Em território brasileiro a Mesorregião do Alto Solimões, também denominada de “Arco da Fronteira Noroeste”, além do município de Tabatinga, ainda inclui os municípios de Atalaia do Norte, Benjamin Constant, São Paulo de Olivença, Amaturá, Fonte Boa, Tonantins, Santo Antônio do Itá e Jutai conforme representado na figura 15, totalizando uma área de 214.217,80 Km<sup>2</sup> que corresponde à dimensão territorial do estado do Ceará.

**Figura 15** - Mapa de localização da Mesorregião do Alto Solimões



Fonte: IBGE (2021). Organizado pelo autor, 2022.

A navegabilidade do rio Solimões<sup>86</sup> entre Brasil, Colômbia e Peru e suas relações comerciais multilaterais providencia uma intensa circulação de mercadorias e serviços nesta região, onde se localizam as cidades de Tabatinga no Brasil, Letícia na Colômbia, e, a porção territorial da Ilha de Santa Rosa do Peru. Segundo Domínguez (2003), o rio Amazonas é navegável por um percurso de 3.540 km, que corresponde a distância entre as cidades de Iquitos (PE) e Belém (BR), tornando, assim, possível o trajeto hidrográfico entre Peru e Brasil. Todavia, os bancos de areia são cada vez mais numerosos e a ausência de carga no retorno dos navios e barcos levam à opção de realizar-se o transbordo nos portos de Tabatinga (BR) e Letícia (CO), para levar a carga em embarcações menores por 440 km de rio acima.

O município de maior extensão territorial dessa mesorregião é Atalaia do Norte, com 76.355 km<sup>2</sup>, ou seja, 4,9% da área do estado e 35,8% da área correspondente do Alto Solimões. O menor, Tabatinga possui 3.225,1 Km<sup>2</sup>, respondendo por 0,20% da área do estado e 1,5% do Alto Solimões. Conforme Ataíde (2015), Tabatinga de origem da língua Omágua significa “*barro branco*” de muita viscosidade, encontrado no fundo dos rios, e, no Tupi Guarani quer dizer “*aldeia branco*”<sup>87</sup>.

O município de Tabatinga segundo estimativa do Censo demográfico (IBGE, 2021) tem aproximadamente 68.502 habitantes, e desse total 70% moram na área urbana. Está localizado à margem esquerda do Rio Solimões. Os limites políticos e administrativos são estabelecidos com o município de Letícia na Colômbia, com uma população estimada, segundo Censo demográfico (DANE, 2018) de 48.144 habitantes, e desse total 69,5% vivem na cidade, e a ilha de Santa Rosa no Peru localizada à margem direita do rio Solimões; conforme dados do Censo demográfico (INEI, 2017) tem uma população estimada em 1.692 habitantes. Na figura 16 está representada a

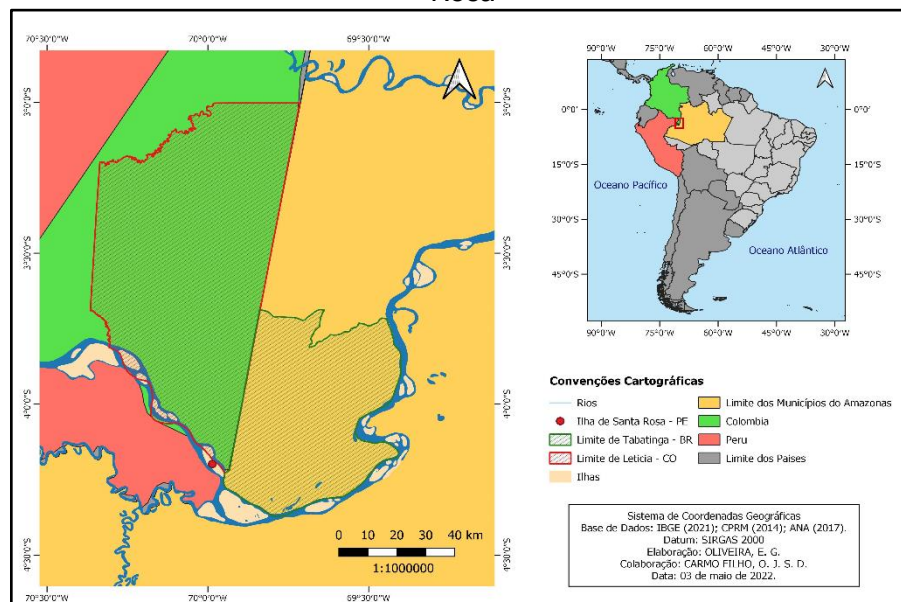
---

<sup>86</sup> Quando os primeiros cronistas portugueses viajaram pelo rio, no século XVI, viram o povo Yurimágua, que habitava suas margens e usava veneno na ponta de suas flechas. O pensamento português Solimum, que o veneno era uma palavra latina. A palavra evoluiu com o tempo, e hoje o rio que deram nome ao entrar em Tabatinga (BRASIL) é conhecido como Solimões. Diz-se também que o nome deriva da palavra que os viajantes usavam para se referir aos nativos, Sorimões e Sorimão. Fonte: OTCA/GEF – Amazonas, 2017, p. 67.

<sup>87</sup> Padre Antônio Lemos Barbosa. Pequeno Vocabulário Tupi-Português, 1951, p. 147 e 177. Não existe uma tradução da palavra “Tabatinga” no Tupi. Neste sentido realizamos uma tradução literal para língua portuguesa a partir dos radicais “Taba” que significa Aldeia e “Tinga” que significa branco. Corroborando com a tradução de Ataíde podem ser encontradas nos relatos dos moradores e dos povos originários como os Ticunas que nos seus mitos e lendas na origem da criação do seu mundo foi a partir das águas. Sendo assim, o significado da palavra Tabatinga pode estar relacionado a viscosidade e a grande quantidade de sedimentos em suspensão do rio solimões nesta região.

localização dos municípios de Tabatinga, Letícia e a ilha de Santa Rosa na tríplice fronteira.

**Figura 16** - Mapa de localização dos municípios de Tabatinga, Letícia e da ilha de Santa Rosa



**Fonte:** ANA, CPRM, DIVA-GIS e IBGE (2017; 2014; 2016; 2021). Organizado pelo autor, 2022.

O marco natural da cidade é o local da divisa com a República do Peru, a fronteira limite se faz pelo curso do rio Solimões, que divide os países. Com a República da Colômbia a delimitação é por via terrestre, com pilares fincados em alvenaria, que se estabelecem tendo como início a Rua Marechal Rondon até a Avenida da Amizade. O município de Tabatinga apresenta duas formas de relevo, o Planalto Rebaixado da Amazônia (Occidental) e a Planície Amazônica. Nota-se nestas unidades faixas de relevo em nível altimétrico mais rebaixado, posicionados, geralmente nas proximidades de planícies ou terraços dissecados (CANTO, 2011).

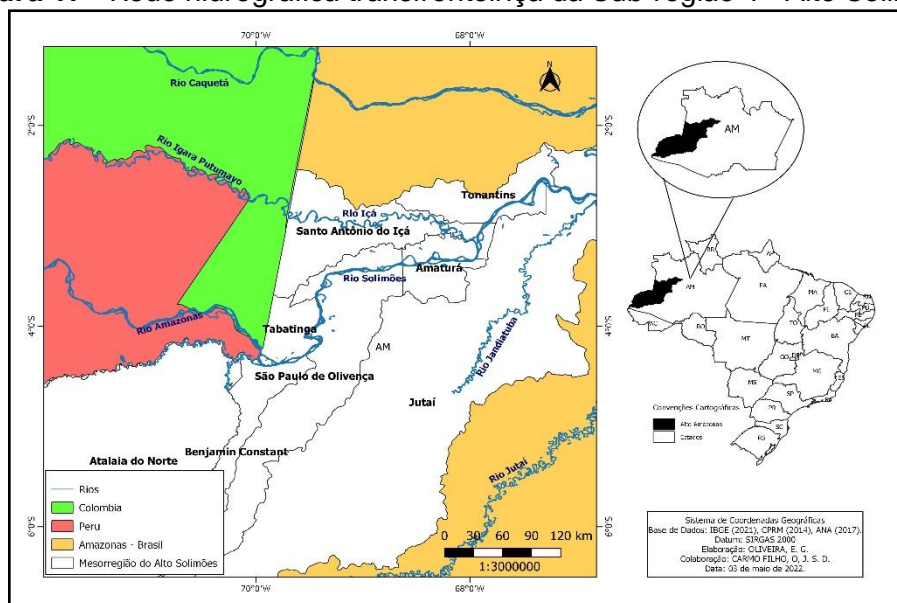
Segundo Luna e Rotta (2019), o município de Letícia tem uma extensão territorial de 5.968 km<sup>2</sup>, equivalente a 5,44% de todo o estado do Amazonas colombiano. Apresenta relevo plano na maior parte do seu território, tem altitude média de 80 a 90 metros acima do nível do mar, tem um clima quente úmido quase o ano inteiro, com precipitação média anual de 3.389,1 milímetros (IDEAM, 2010).

Os tipos de solos encontrados na região são argilosos e arenosos, onde predomina o Argissolo vermelho-amarelo e o Gleissolo aluvial com textura argilosa em média distribuídos em relevo plano. Os tipos de pedras e rochas (litologia) desta área

compõem-se de argilitos (argila), siltitos (substância minerais) e arenitos (EMBRAPA, 2014).

Ao se considerar a hidrografia, o rio Amazonas/Solimões<sup>88</sup> é o principal elemento de drenagem desta região transfronteiriça, conforme mostra a figura 17. Com largura média de 2 km, esse rio tem como principais afluentes da margem direita, os rios Javari, Jandiatuba e Jutai, e, da margem esquerda, os rios Putumayo/Içá<sup>89</sup> e Tonantins, além de rios de menor porte como o Tacana e o Belém (CANTO, 2011).

**Figura 17 - Rede hidrográfica transfronteiriça da Sub-região 4 - Alto Solimões**



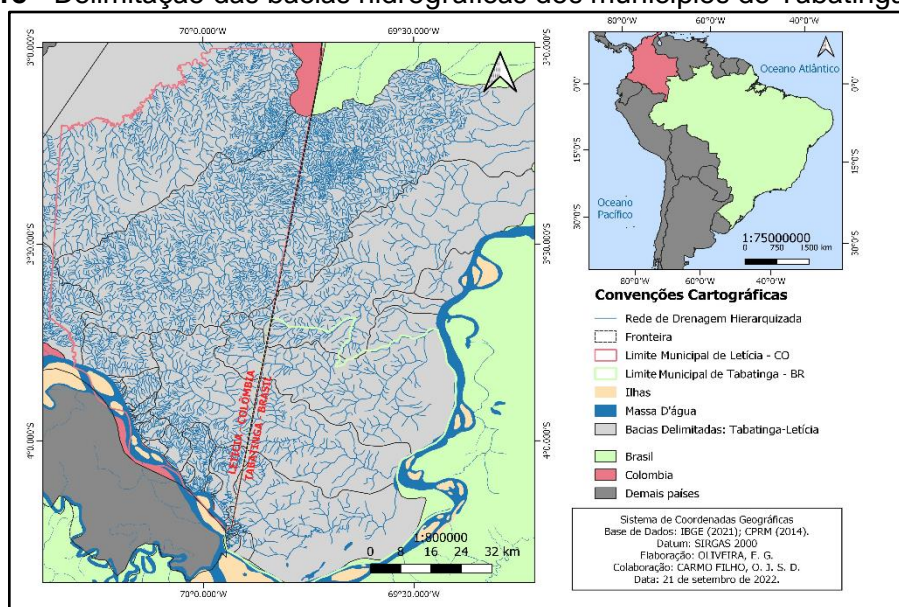
**Fonte:** ANA, CPRM, DIVA-GIS, IBGE e IDEAM (2017; 2014; 2016; 2021; 2013). Organizado pelo autor, 2022.

As bacias hidrográficas que compõem o município de Tabatinga são as bacias do São Jerônimo ao norte, do Belém a oeste, e, do Tacana ao sul, em relação ao sítio da cidade. Parte significativa da bacia hidrográfica do Tacana percorre todo perímetro urbano, onde predomina suas águas de cores negras. A rede de drenagem de Letícia compartilha com as três bacias acima citadas do município de Tabatinga, com características de padrão de drenagem semelhantes no perímetro rural e urbano destes municípios, conforme mostra a figura 18.

<sup>88</sup> Conforme base cartográfica disponibilizada pelo Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM da Colômbia, o nome dado ao rio no Estado do Amazonas Colombiano é Rio Amazonas e, em território brasileiro conforme base cartográfica disponibilizada pela ANA, neste trecho do rio de Tabatinga até Manaus recebe o nome de Rio Solimões.

<sup>89</sup> Em território colombiano esse trajeto do rio recebe o nome de Putumayo e, em território brasileiro recebe o nome de rio Içá conforme as bases cartográficas disponibilizadas do IDEAM (2013) e ANA (2017).

**Figura 18 - Delimitação das bacias hidrográficas dos municípios de Tabatinga e Letícia**



**Fonte:** ANA, CPRM, DANE, DIVA-GIS e IBGE (2017; 2014; 2018; 2016; 2021). Organizado pelo autor, 2022.

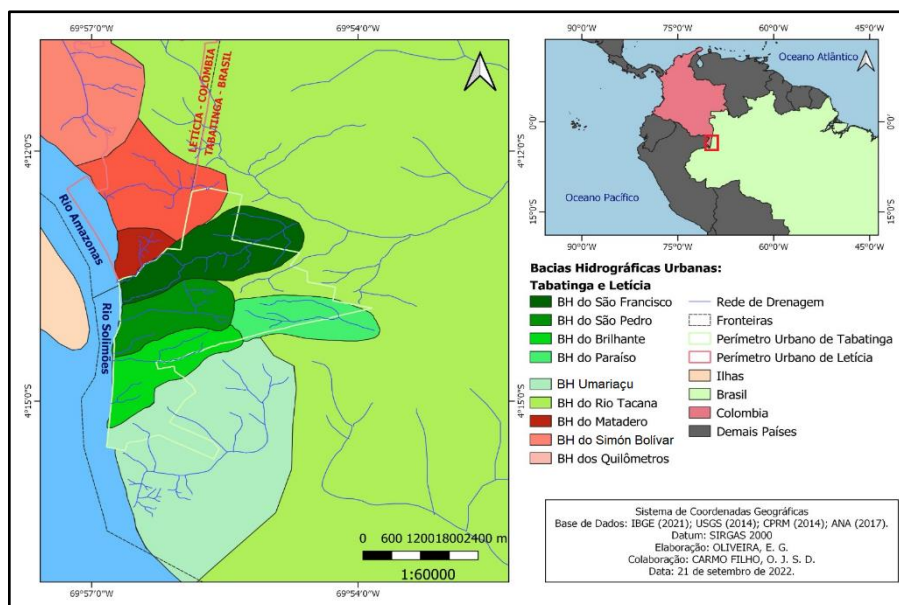
As bacias urbanas delimitadas na área urbana de Tabatinga foram as bacias do São Francisco, São Pedro, Brilhante, Paraíso e, parcialmente a do Umariáçu, que são sub-bacias do rio Tacana<sup>90</sup> e no perímetro urbano de Letícia foram delimitadas as bacias do Matadero, Simón Bolívar, e, parcialmente a dos Quilômetros<sup>91</sup>, conforme representadas na figura 19. Na maior parte do percurso dos canais de drenagem destas bacias já vem sofrendo impactos pela ocupação intensa de suas margens, e, conseqüente mudanças em sua drenagem fluvial.

<sup>90</sup> A delimitação das bacias urbanas de Tabatinga e Letícia foram realizadas pelo método de codificação de bacias desenvolvido por Otto Pfafstetter em 1989, aplicado as bacias hidrográficas da América do Sul. No Brasil por meio da Resolução nº 30 de 2002 estabelece esse método como oficial para a delimitação de bacias hidrográficas no país. As nomenclaturas das bacias delimitadas no perímetro urbano de Tabatinga ocorreram a partir do nome dos canais principais assim conhecidos pelos moradores e pela divisão territorial dos bairros estabelecida pelo IBGE (2021). Todavia como ainda não existe uma delimitação oficial por parte da municipalidade local, os nomes dados as bacias urbanas neste trabalho são apenas proposições a serem oficializadas ou não pelas instituições vigentes que tratam sobre o tema. Fonte: Curso a distância – Codificação de Bacias Hidrográficas pelo método de Otto Pfafstetter. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/cursos>. Realizado pelo autor em 02/03 a 06/04/2020.

<sup>91</sup> Las microcuencas urbanas del municipio de Letícia son las quebradas de San Antonio, Simón Bolívar, Yahuaraca y Urumutú. Fonte: Plan de Desarrollo Municipal 2020 – 2023 “Juntos por una Letícia mejor”, 2020. p. 54. Documento disponibilizado em pdf pela Secretaria de Competitividad, Medio Ambiente y Turismo no mês de março de 2022.



**Figura 19** - Mapa de localização das bacias urbanas de Tabatinga e Letícia



**Fonte:** ANA; CPRM, DANE, DIVA-GIS, IBGE, IDEAM e USGS (2017; 2014; 2018; 2016; 2021; 2013, 2014). Organizado pelo autor, 2022

Para Canto (2011), Tabatinga transformou-se no mais importante centro administrativo, econômico, financeiro, comercial, de serviços de saúde, educação, entre outros serviços públicos do noroeste amazônico, no que se torna atrativo para a população migrante regional, nacional e internacional, além de ter sua localização geográfica estratégica de fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru para o escoamento de produtos e no transporte de pessoas pelo rio Solimões.

Conforme Tovar (2008), a ocupação urbana nas cidades de Tabatinga e Letícia tem se distribuído da seguinte forma: as áreas mais altas (terra firme) pelas moradias formais, e, nas áreas baixas (várzeas) as moradias informais; este último caso tem fomentado um desenvolvimento urbano em grande escala de moradias e condições precárias a população mais pobre. O reflexo de ocupação nas áreas baixas nessas duas cidades pode ser observado nas Áreas de Preservação Permanente - APP, e no leito do canal de drenagem, conhecido como Quebrada Santo Antônio, onde está inserida a comunidade Guadalupe, entre os bairros de São Francisco do lado brasileiro e no bairro La Unión do lado colombiano.

Segundo Oliveira e Albuquerque (2022), os canais de drenagem nas cidades de Tabatinga e Letícia são de característica perene e dendríticos quanto à sua geometria. Por terem pouca profundidade em seu fluxo de água superficial, com no

máximo 1,50 metro e meio no período da enchente no alto curso das bacias urbanas, e no médio e baixo curso, varia de 1 metro na vazante a 7 metros na enchente. Esse aumento na foz e no médio curso das bacias sofre influência direta do regime sazonal de cheia e vazante do rio Amazonas/Solimões. É um atributo natural dos canais de drenagem urbanos destas cidades, a pouca profundidade em todo perímetro urbano, pois segundo dados da EMBRAPA (2014), as características dos solos nesta região são hidromórficos com capacidade elevada de armazenar água em seu lençol freático.

Por suas características naturais, e, pela ausência de infraestrutura urbana, ao longo dos anos os canais de drenagem vêm sendo aterrados para construção de vias com a expansão urbana destas cidades. Fato que tem alterado a paisagem e as características naturais do relevo, propiciando inundações em pontos específicos do perímetro urbano.

Os resultados *in loco* deste processo de ocupação e uso do solo urbano nestas cidades, atrelado a ocupação irregular das APP, resultam na degradação do solo e dos mananciais hídricos. Pode-se constatar, também, que as bacias hidrográficas destas cidades têm sido degradadas pela ausência de saneamento básico e obras de terraplanagem para construção de vias públicas, não adaptadas a geomorfologia do relevo e a intensidade das precipitações, especialmente nas áreas de expansão da malha urbana.

Nos últimos anos Tabatinga apresentou problemas de inundações<sup>92</sup> na bacia do Paraíso, área de expansão recente, associadas às doenças de veiculação hídrica como dengue, constantes nessas áreas de expansão da cidade. Segundo dados da Fundação de Vigilância em Saúde do Estado do Amazonas – FVS/AM, no ano de 2013 o Estado confirmou 912 de casos de dengue, sendo 679 em Manaus, e, em seguida Tabatinga com 128 casos de todos os registrados no Estado<sup>93</sup>.

---

<sup>92</sup> De acordo com o Ministério das Cidades/IPT (2007), as inundações representam o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea, e esses eventos podem ser ocasionados, em razão do comportamento natural dos rios e também ampliados pelo efeito de alteração produzida pelo homem na urbanização, como a impermeabilização das superfícies e canalização de córregos. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/185>. Acesso em: 27/09/2022.

<sup>93</sup> Notícia veiculada no dia 10/12/2013 no Portal eletrônico da FVS-AM divulga Relatório de casos confirmados de dengue no Amazonas. Disponível em: [https://www.fvs.am.gov.br/noticias\\_view/2761](https://www.fvs.am.gov.br/noticias_view/2761). Acesso em: 05/04/2014.

Em outubro de 2019 houve um surto de 600 casos de dengue na cidade de Letícia, conforme dados noticiados pela Secretaria de Estado de Saúde do Amazonas, deixando em alerta a cidade de Tabatinga, principalmente nos bairros fronteiriços do São Francisco e Santa Rosa, que registraram 12 casos confirmados da doença pelo Laboratório de Fronteira – LAFRON/FVS, o que representa 35,29% de todos os casos registrados para o período no Estado<sup>94</sup>.

Na cidade de Letícia as inundações ocorrem em vários pontos com bastante frequência nos meses de novembro a março, período de intensa precipitação nesta região. Na bacia do Matadero no seu médio e alto curso, as inundações nos últimos anos têm acarretado prejuízos, principalmente aos moradores dos bairros de La Unión e San Antonio onde se concentra uma área densamente ocupada por comércios e residências. *A priori* foi constatado nos levantamentos realizados, que a infraestrutura de drenagem urbana das águas pluviais em muitos pontos da cidade não comporta o volume precipitado.

Diante deste quadro que se apresenta, se abordará quais as condições de qualidade da água no primeiro momento de três parâmetros ambientais nas bacias fronteiriças do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019. No segundo momento se espacializará essa análise para as bacias do Paraíso no Brasil e do Simón Bolívar na Colômbia, a fim de compreender a intensidade de degradação dos corpos hídricos em áreas já consolidadas nas bacias do São Francisco e Matadero e nas bacias do Paraíso e Simón Bolívar em processo de ocupação. Os parâmetros ambientais de qualidade da água analisados foram dez nos meses de março e agosto de 2022.

Sendo assim, nos próximos itens se abordará como a ineficiente e/ou ausência de planejamento territorial e hidrográfico com estratégias de uso e ocupação do solo urbano pautado nas características da região têm impactado na degradação dos canais fluviais urbanos e os desafios da prestação dos serviços de potabilização da água nas cidades de Tabatinga e Letícia.

---

<sup>94</sup> Notícia veiculada no dia 18/10/2019 no Portal eletrônico da FVS-AM divulga Relatório parcial das ações de prevenção à dengue em Tabatinga. Disponível em: [https://www.fvs.am.gov.br/noticias\\_view/3652](https://www.fvs.am.gov.br/noticias_view/3652). Acesso em: 05/04/2020.

### 3.2 O Espaço Ambiental e as Questões Hídricas na Amazônia Internacional

Para George Martine (2007), um dos mais conhecidos pesquisadores sobre questões associadas a População, Desenvolvimento e Ambiente (PDA) os estudos sobre o lugar do Espaço Ambiental na equação Desenvolvimento e Sustentabilidade, ainda é negligenciada a importância do *espaço ambiental* nas interações entre população/desenvolvimento/meio ambiente. Sob o contexto de tal abordagem, descrever-se-á a problemática do Espaço Ambiental da área selecionada para este estudo, destacando a degradação da água nos espaços urbanos e suas implicações para a sociedade local.

Segundo estudos de Domínguez (2003), na Amazônia Internacional se localiza a maior bacia hidrográfica do mundo, com uma extensão total que inclui a bacia principal e as sub bacias de aproximadamente 6.878.761 km<sup>2</sup>, engloba o Brasil, Peru, Bolívia, Colômbia, Equador, Venezuela e Guiana. As cidades que se desenvolveram às margens desses rios, seguem a sazonalidade natural do sistema de cheias e vazantes para execução das atividades sociais e econômicas. Neste ínterim, as legislações vigentes no cenário nacional ainda são pouco aplicadas ou inexistentes devido as características únicas dessa região.

Os dados do Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil publicado em 2018 pela ANA demonstram que em alguns estados da Amazônia brasileira até 2017, dentre estes o Amazonas e o Pará, estavam dando início ao processo de criação dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos – PERH, em que serão regulamentadas as normas para os diversos usos da água nas bacias estaduais. Fica evidente que o planejamento hídrico nesses estados da Federação, está em descompasso com as normas e legislações vigentes, e, nos permite inferir que parece proposital a desarticulação para o desenvolvimento social e econômico dos cidadãos desta região do país.

Segundo Euzébio (2014), nas últimas três décadas a estrutura urbana e populacional da Amazônia brasileira sofreu modificações expressivas. A população urbana passou de 59% para 79%, conforme o último censo demográfico do IBGE em 2010, e algumas localidades tornaram-se cidades com mais de 50 mil habitantes.

Ainda segundo este autor destaca-se o desenvolvimento das cidades fronteiriças de Tabatinga no Brasil e Letícia na Colômbia. Em 1980 Tabatinga contava com 17 mil habitantes e em 2010 alcançou 52 mil, um crescimento populacional da ordem de 131%. Letícia, por sua vez, também demonstrou características similares; em 1985 possuía em torno de 24 mil habitantes, e, em 2010 aproxima-se dos 40 mil, um acréscimo de 65%, alcançando juntas nesse mesmo ano 90 mil habitantes. Um crescimento populacional de 196% em trinta anos.

Seria algo normal se ao menos fossem cidades com acesso rodoviário ou situadas próximas a algum centro produtivo dinâmico, mas ao contrário, Tabatinga localiza-se no extremo ocidental da Amazônia brasileira, à margem esquerda do rio Solimões, vizinha à cidade de Letícia na fronteira com a Colômbia, a 1.105 km por via aérea a oeste de Manaus e 1.090 km ao sul de Bogotá.

Pode-se identificar ao longo dos anos, que as duas cidades são estratégicas neste região, pois concentram a maioria das representações político-administrativas e, os fluxos de capital legal e ilegal. Devido a concentração de serviços e de pessoas nessas áreas, a ausência de planejamento e infraestrutura urbana tem levado a degradação do espaço urbano de modo significativo, e, os resíduos sólidos e a poluição dos igarapés são o *locus* visível da degradação.

Segundo Oliveira e Albuquerque (2022), o momento é oportuno para a construção de uma proposta de ordenamento territorial, que leve em consideração as peculiaridades desta região fronteiriça, uma vez que as prospecções de crescimento econômico para esta região são iminentes, como visto pelos investimentos públicos para o aumento das instalações do Aeroporto Internacional Alfredo Vasquez Cobo na cidade de Letícia. Segundo informações da Secretaria de Competitividade, Meio Ambiente e Turismo da cidade é que o número de turistas aumente de 15 mil para 30 mil turistas por ano, depois que o aeroporto entrar em operação.

Ainda conforme estes autores, o fluxo fluvial tem aumentado nos últimos anos com a finalização das obras da rodovia transoceânica, que interliga o território brasileiro ao peruano para o oceano pacífico, tem contribuído de forma indireta para o crescimento do número de navios de turistas e deslocamento de mercadorias, que passam pelas cidades de Tabatinga, Letícia até Iquitos. O porto Voyage de iniciativa privada está em processo licitatório para aumentar suas instalações portuárias.

Neste contexto, Rodrigues (2015) salienta que a cada ano o número e a gravidade de problemas ambientais, gerados a partir da supressão dos sistemas fluviais, impõem a necessidade de avaliar o papel de agentes sociais mais ativos de sua apropriação e reanalisar textos legais e outros instrumentos de ordenamento territorial, que incidem sobre os sistemas hidrográficos nas cidades.

É recente a gestão territorial nos municípios de Tabatinga e Leticia, segundo a Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – Corpoamazonia (2016) na cidade de Leticia, os governos locais das cidades fronteiriças têm formulado instrumentos de planejamento urbano, em que as políticas de gestão de uso do solo são definidas. No caso colombiano, a cidade de Leticia adotou em 2002<sup>95</sup> o Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT, e no caso brasileiro na cidade de Tabatinga teve início a implantação do Plano Diretor Municipal em 2007<sup>96</sup>.

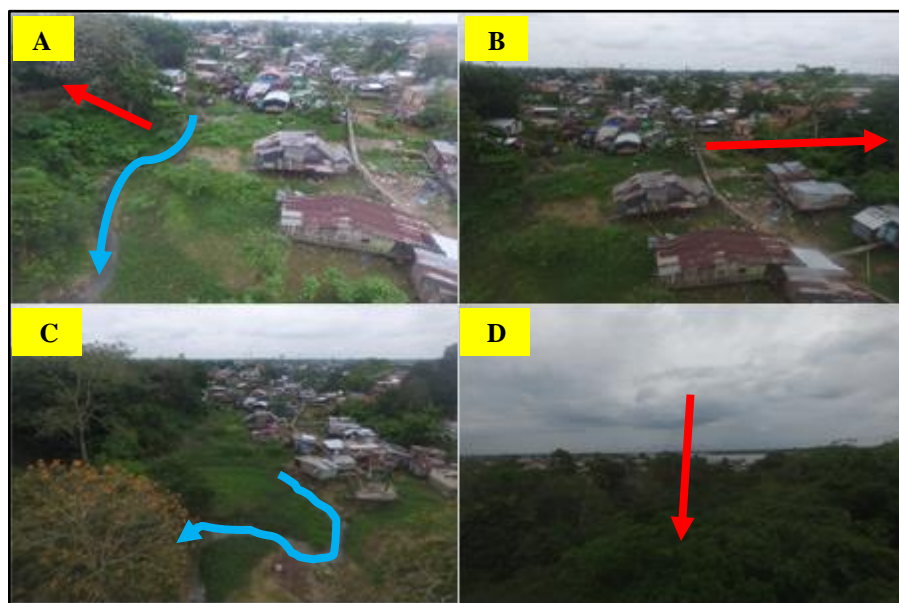
Nas pesquisas realizadas por Oliveira et al. (2021), as bacias do Matadero e do São Francisco localizadas no perímetro urbano de Leticia e Tabatinga, têm uma área de 5.048 km<sup>2</sup>, dos quais 4.135 km<sup>2</sup> estão em território brasileiro e 912,4 km<sup>2</sup> em território colombiano. Esse sistema fluvial nos últimos anos tem sofrido pelas incipientes ações de ordenamento territorial e governança da água, o que tem acarretado em impactos socioambientais. O mais recente vem do fato de brasileiros, peruanos e colombianos morarem no leito do canal de drenagem desta bacia, localizada entre os bairros do São Francisco em Tabatinga e do La Unión em Leticia, como mostra a figura 20, devido as condições precárias de moradia, poluição da água e despejo de resíduos líquidos oriundos da queima do diesel de uma Usina Termelétrica no lado colombiano.

---

<sup>95</sup> Em junho de 2018 foi aberto a sociedade em geral as proposições do novo Plano Básico de Ordenamento Territorial – PBOT do município de Leticia. As proposições e debates foram realizados no auditório do Banco de la República. Desde então o referido plano, tramitou nas secretarias municipais, na câmara de vereadores e atualmente se encontra em análise no Corpoamazonia, conforme entrevista realizada no dia 22/03/2022 com Sr. Oscar Ruiz Varon, atual chefe do Setor de Gestão de Riscos do município de Leticia.

<sup>96</sup> Em tabatinga até o dia 06/12/2022, data da última vez que estivemos realizando atividades de campo na cidade não havia nenhuma proposição de revisão do Plano Diretor Municipal. Todavia, segundo a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, estabelece no Cap. III, art. 40, § 3 o seguinte: A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos.

**Figura 20** - Sequência das imagens A, B, C e D no baixo curso de confluência das redes de drenagem das bacias do São Francisco e Matadero



Nas **figuras A, B e D**, a direção das setas vermelhas corresponde, respectivamente, à direção do território colombiano no bairro La Unión, onde se localiza a Usina Termoelétrica, território brasileiro no bairro São Francisco até desaguar no rio Solimões. As setas azuis das **figuras A e C** correspondem à direção do fluxo fluvial fronteiriço do baixo curso das bacias urbanas do São Francisco e Matadero.

**Fonte:** Veículo Aéreo não Tripulado – VANT, arquivo do autor, 2019.

Para D'Isep (2010), a preocupação com a distribuição e conservação das águas nacionais e internacionais, gera, sobretudo, para as nações, o dever de sua gestão, no objetivo de evitar o surgimento dos hidroconflitos. Com a ocupação mais intensa nas APP dos canais de drenagem urbanos, as ocorrências erosivas tendem a se intensificar, devido, principalmente à utilização e ocupação inadequada deste ecossistema, associada a ausência de saneamento básico constituem as principais causas de degradação.

Sendo que o limite estabelecido pelo Código Florestal (2012) brasileiro, determina que em canais de drenagem com largura média de 10m no seu leito ou área de transbordamento médio, deve-se preservar de 15 a 30m de mata ciliar e para canais de drenagem com 20m de largura utiliza-se 50m. Na colômbia os limites foram estabelecidos pela Resolución 0957 (2018) uma faixa de 30 metros<sup>97</sup> de largura a partir

<sup>97</sup> Na colômbia essa faixa de preservação ambiental recebe nome de Ronda Hídrica. Suas normas e diretrizes de delimitação são estabelecidas pela Resolución n° 0957 del 31 de mayo de 2018. Por la cual se adopta la **guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia** y se dictan otras disposiciones. Disponível em: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/normativa-ronda-hidrica/>. Acesso em: 10/10/2022.

do leito maior de transbordamento do canal de drenagem. O que se identificou nos levantamentos de campo nestas cidades, foi a ausência de conhecimento e/ou desconhecimento quanto a irregularidade das ocupações nas APP de drenagem. Isso tem acarretado condições precárias de vida da população, que reside nas margens dos igarapés devido a poluição de suas águas.

Conforme Oliveira (2017), as bacias urbanas da cidade de Tabatinga vêm sendo degradadas pelas obras de terraplanagem para pavimentação de ruas, e, pela expansão urbana com o crescimento da população. Esse crescimento da população urbana não tem acompanhado as obras de infraestrutura e saneamento básico para a construção dessas novas ocupações.

Segundo Riaño Umbarila e Salazar Cardona (2018), os centros urbanos do sul da Amazônia, onde a cidade de Letícia se localiza, vêm crescendo de forma desordenada sem considerar a escala humana. Além disso, não se leva em consideração o planejamento urbano atrelado as características do meio natural da região. Os principais problemas urbanos são moradias em áreas de risco natural e ausência de saneamento básico, tem de forma direta contribuído para poluição das águas e do solo.

No quadro 12 estão as descrições dos pontos P1 a P6 quanto ao uso do solo preponderante das áreas onde foi realizada as coletas de água para análise, os bairros percorridos, e, a hierarquia fluvial nas bacias urbanas do São Francisco, de jusante a montante e do Matadero a jusante. Os parâmetros ambientais de qualidade da água analisados foram a Condutividade Elétrica - CE, Potencial Hidrogeniônico - pH e Oxigênio Dissolvido - OD nos meses de março e agosto dos anos de 2018 e 2019.



**Quadro 12** - Descrição dos tipos de uso do solo nos pontos de coleta

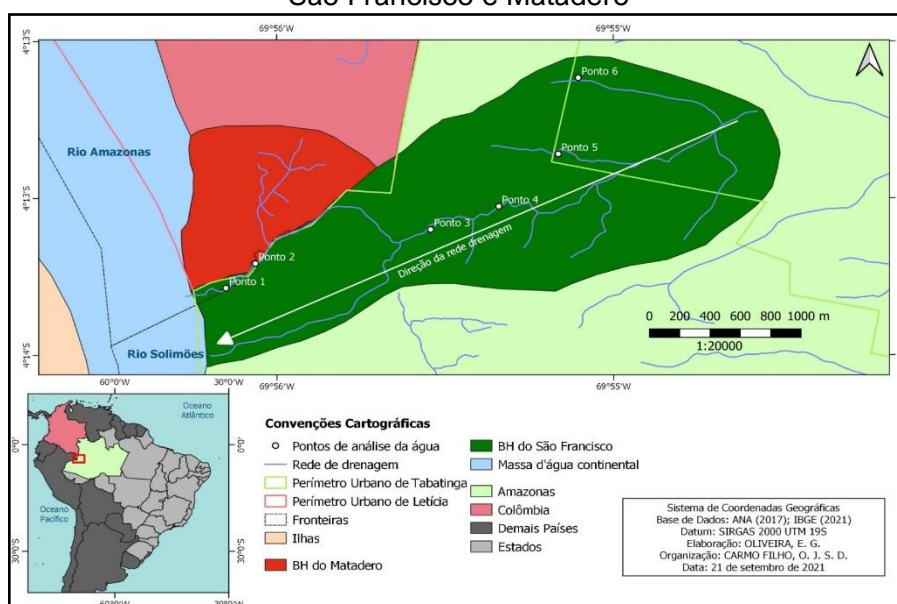
Pontos de coleta	Localização dos pontos coletados	Tipo de uso do solo preponderante
P1	Baixo curso das bacias do São Francisco/Matadero – Comunidade Guadalupe na divisa dos bairros do São Francisco e La Unión	Predomina o uso residencial de palafitas no leito do igarapé
P2	Baixo curso das bacias do São Francisco/Matadero – Comunidade Guadalupe na divisa dos bairros do São Francisco e La Unión	Uso residencial e comercial. As casas e comércios estão parcialmente em Áreas de Preservação Permanentes de encosta e de drenagem
P3	Médio curso da bacia do São Francisco – bairro de Santa Rosa	Residencial e Industrial (Olaria)
P4	Médio curso da bacia do São Francisco – na divisa dos bairros de Santa Rosa com Rui Barbosa	Residencial
P5	Alto curso das bacias do São Francisco – bairro de Santa Rosa	Residencial e comercial (armazéns e matadouro municipal)
P6	Alto curso da bacia do São Francisco – Estrada do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) início da área rural do município de Tabatinga	Residencial e pequenas áreas de produção de gado

**Fonte:** Levantamentos de campo em 2018 e 2019.

Foi possível observar *in locu* que são diversos os fatores que causam degradação de montante a jusante nos canais de drenagem das bacias do São Francisco e do Matadero. O processo de expansão urbana a montante destas bacias sem infraestrutura de saneamento das águas servidas e obras de terraplanagem tem contribuído de forma direta para degradação dos igarapés. A jusante a concentração de comércios e moradias nas áreas de preservação permanente têm acarretado na poluição da água devido, principalmente ao lançamento de resíduos sólidos e efluentes.

Neste contexto, Santos et al. (2018), salienta que a variabilidade dos parâmetros de qualidade da água é resultado das interferências no ambiente, tais como sazonalidade das coletas, do lançamento de efluentes, e acumulação de resíduos sólidos e líquidos nas vias urbanas das bacias hidrográficas. Na figura 21 está a localização de onde foram realizadas as quatro campanhas de coleta da água dos seis pontos analisados nos canais de drenagem fronteiros das cidades de Tabatinga e Letícia.

**Figura 21** - Mapa de localização dos pontos de análise da água nas bacias fronteiriças do São Francisco e Matadero

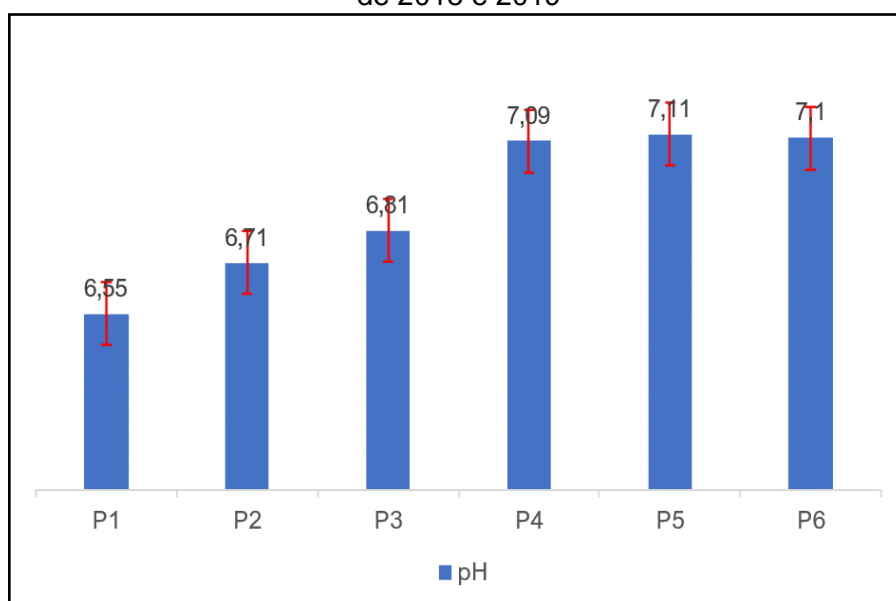


**Fontes:** ANA, Ministério da Infraestrutura e IBGE (2017; 2014; 2021).  
Organizado pelo autor, 2022.

As análises indicaram que a jusante das bacias urbanas do São Francisco e Matadero nos seis pontos, não mostraram alteração nos valores médios de pH, consoante aos parâmetros legais de referência para rios de classe 2 (CONAMA, 357/2005), conforme mostra o gráfico 1. Contudo é perceptível a degradação dos canais de drenagem pelo odor e cor da água no momento da coleta nos P1, P2 e P3.

Segundo Silva, Miranda e Santana (2017), as características físicas e químicas de rios de águas ácidas da Amazônia, que são receptores de efluentes domésticos, e são submetidos a fortes impactos, o pH é elevado, ficando até na mesma faixa entre 6,0-9,0, estabelecido pelos parâmetros da legislação, mas tornam-se águas poluídas, chegando a ser perceptível pela visão e odor. Sendo assim, os parâmetros de qualidade da água para rios do bioma Amazônico devem ser atualizados, pois há divergências entre as classes de água estabelecidas pela legislação e alguns rios da região.

**Gráfico 1** - Análise do pH médio nas bacias urbanas do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019



**Fonte:** Análise da qualidade da água realizada pelo autor em 2018 e 2019.

Neste contexto, Silva, Miranda e Santana (2017) realizaram dois levantamentos no banco de dados hidroquímicos (pH e Condutividade Elétrica) dos seguintes projetos: Hidrologia da Bacia Amazônica – HIBAM nos anos de 1995, 1996, 1998, 2000 e na Hidrelétrica de Samuel, no período de 1986 a 1987, um total de 451 amostras de águas de superfície dos rios na Amazônia. Os resultados demonstraram que 20% dos corpos de água, apresentaram pH acima de 6,5. No rio Amazonas os tributários da margem esquerda os valores do pH variaram de 4,42 a 7,44, e, os menores valores são encontrados no escudo das Guianas, onde predominam águas ácidas, devido a abundância de matéria orgânica em decomposição.

Ainda segundo estes autores, as características das águas de superfície da Amazônia não estão de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, pois os ambientes de água preta (rios, lagos e igarapés), devido a uma série de fatores naturais, o pH encontra-se menor que 6,0. Quando se contextualiza na perspectiva dos corpos hídricos urbanos, fica ainda mais difícil o enquadramento, devido ao processo de urbanização intenso e dinâmico. Na tabela 4 abaixo estão descritos os parâmetros comparativos do CONAMA 357/2005 e da água da Amazônia a partir das análises dos projetos acima citados.

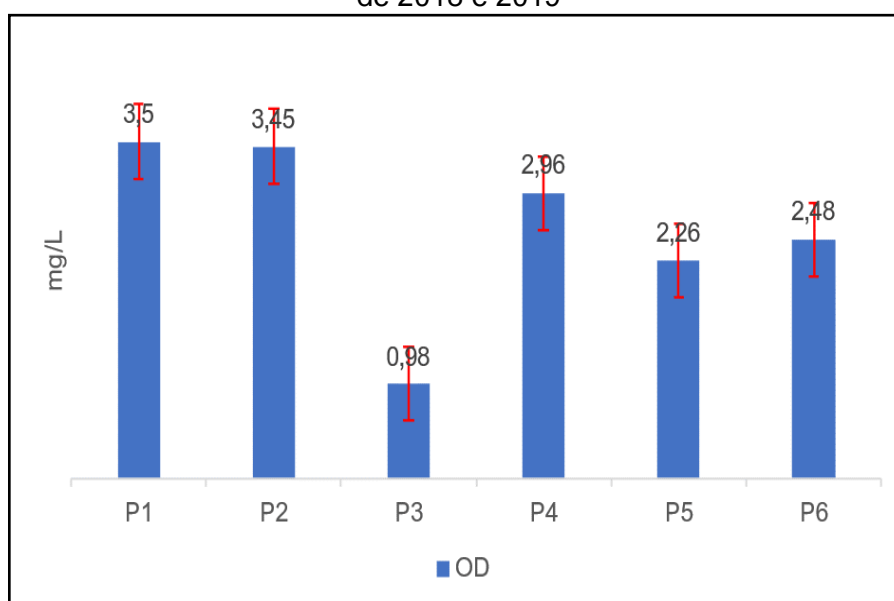
**Tabela 4** - Comparação de padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 e água da Amazônia

CLASSE DE RIO	2	RIOS DA AMAZÔNIA		
		Tipos de água		
CONAMA 357/05	Art. 15	Preta	Branca	Clara
OD (mg/L O <sub>2</sub> )	≥ 5,0	2,4-7,4	1,62-5,9	≤5,0
Turbidez (UNT)	≤100,0	90,0-150,0	8,0-160,0	3,0-5,0
pH	6,0-9,0	4,5-5,5	6,2-7,5	3,0-5,0

Fonte: Silva, Miranda e Santana, 2017.

Ao se considerar os valores médios do Oxigênio Dissolvido no Gráfico 2, o P3 no médio curso da bacia do São Francisco localizado no bairro de Santa Rosa, onde o processo de expansão urbana é intenso tanto do lado brasileiro como do lado colombiano, constatou-se alteração que pode ser relacionada a expansão comercial e industrial nessa área, como é o caso de uma indústria Oleira. A ausente fiscalização e monitoramento dessas atividades pode estar, de forma direta, a degradar o manancial hídrico.

**Gráfico 2** - Análise do OD médio nas bacias urbanas do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019



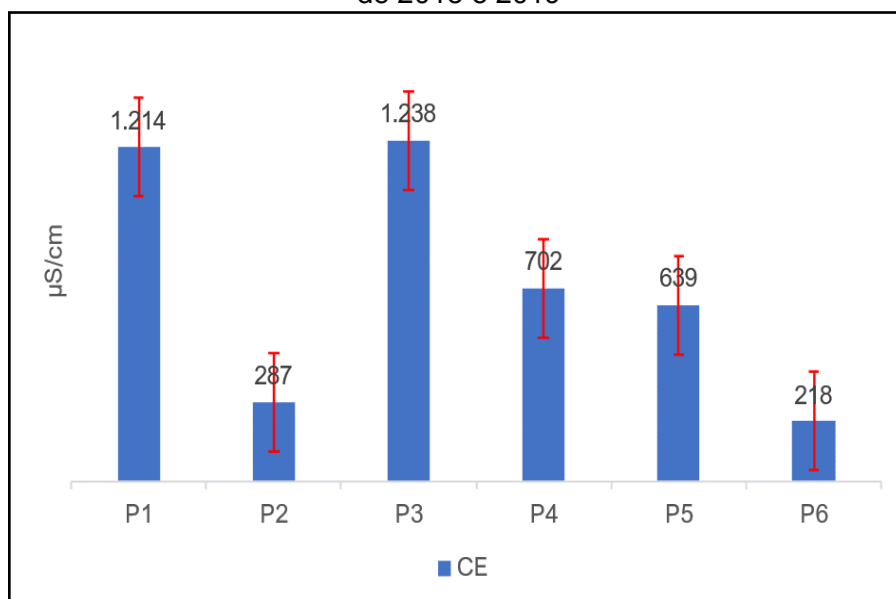
Fonte: Análise da qualidade da água realizada pelo autor em 2018 e 2019.

Conforme Garcia et al. (2018), águas poluídas por efluentes apresentam baixa concentração de OD, pois este é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Contudo, águas limpas tendem a apresentar OD mais elevado, exceto em casos em que as condições naturais, como espessura da superfície da água, temperatura e pressão causem baixos valores do parâmetro. E mesmo nos pontos P1 e P2 no baixo curso das bacias analisadas havia grande concentração de resíduos sólidos e um odor forte, mesmo que os valores estejam enquadrados nos parâmetros estabelecidos para rios de água preta pela legislação vigente e rios da Amazônia a degradação da água é visível.

Quando se analisou os dados da Condutividade Elétrica no gráfico 3, pode-se identificar que já existem pontos críticos, como é o caso dos pontos P1 e P3 bastante alterados em relação ao padrão de referência para rios de águas pretas. Esses índices alterados podem estar relacionados a concentração de moradias e comércios nas APP na área central das cidades, atividade industrial, e, por estar próximo ao lixão de Tabatinga, que não recebe nenhum tipo de tratamento sanitário dos seus efluentes.

Segundo Rocha et al. (2021), os altos valores de CE estão relacionados a grande carga de sólidos em suspensão naquele segmento do canal de drenagem, desta forma, indicando a impureza da água. Esses indicadores de qualidade da água podem estar relacionados as atividades do entorno, como matadouros/frigoríficos, industriais, e, a jusante das bacias de contribuição advindas de áreas urbanizadas.

**Gráfico 3** - Análise da CE média nas bacias urbanas do São Francisco e Matadero nos anos de 2018 e 2019



**Fonte:** Análise da qualidade da água realizadas pelo autor em 2018 e 2019.

Identificou-se que mesmo os valores estando dentro dos parâmetros de referência da ANA (2020), e, da Resolución 2.115/2007, outros pontos analisados indicam degradação dos canais de drenagem como nos P4 e P5. Atribui-se essa poluição aos seguintes fatores geomorfológicos da região como: os canais de drenagem da área urbana dessas cidades no seu alto e médio curso têm pouca profundidade e largura ao longo do ano mesmo, no período de cheia, com no máximo 1,5 metros, devido a altitude média das cidades de Tabatinga e Letícia terem de 78 a 84 metros, parte expressiva da sua rede hidrográfica está em subsuperfície.

Diante deste quadro, no próximo item analisaremos as condições de qualidade das águas nas bacias urbanas do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso comparando os parâmetros de qualidade da água nas resoluções vigentes no Brasil e na Colômbia a pesquisas realizadas nos estados dos “Amazonas” brasileiro e colombiano nesta área fronteira das cidades de Tabatinga e Letícia.

### **3.2.1 Condições de Qualidade das Águas Superficiais nas Bacias do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso em 2022**

Embora no panorama internacional e nacional a imagem que se apresenta de disponibilidade de recursos hídricos dos países localizados na bacia Amazônica seja

positiva no momento, o que se apresenta na escala regional e local, são problemas de gestão das águas, influenciado pelo contraditório cenário de “abundância da água”, referindo-se a sua qualidade. Neste contexto, cabe a todos nós a seguinte reflexão: como planejar a gestão das águas nesta região num cenário de disponibilidade, que atende as demandas atuais?

Nas cidades de Tabatinga e Letícia como já citado no capítulo anterior, várias ações e/ou projetos vêm sendo implementados ao longo dos anos, a fim de analisar sob demanda pontual as condições de qualidade da água dos poços tubulares públicos e particulares, que é consumida por uma parcela significativa da população. Entretanto, pouca ou quase nenhuma ação tem sido dada a poluição dos canais de drenagem superficiais urbanos, que têm sido intensamente degradados ao longo dos anos.

Segundo o relatório da OTCA/ANA/ABC-Projeto Amazonas (2023), no que se refere a qualidade da água dos rios que compõem a bacia Amazônica, em alguns trechos dos rios analisados próximos a cidades da Amazônia foi constatado, que a contaminação desses rios *a priori* são oriundas, principalmente pela descarga de esgotos domésticos e resíduos sólidos sem qualquer tipo de tratamento lançado nos rios.

Neste contexto, foram realizadas duas campanhas de coleta e análise de qualidade das águas superficiais em quatro bacias urbanas nas cidades de Tabatinga e Letícia. Os parâmetros analisados tiveram como objetivo, explicitar as condições de qualidade da água em áreas densamente ocupadas, e, em processo de ocupação nas bacias do São Francisco, Matadero, Paraíso e Simón Bolívar.

Todos os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos analisados foram confrontados com os parâmetros determinados pelas Resoluções CONAMA 357/2005, Resolución 2115/2007, em comparação aos resultados encontrados nos trabalhos realizados por Silva (2013) e Silva, Miranda e Santana (2017), para rios da bacia Amazônica. Para identificar a presença e/ou ausência de microrganismos nos corpos hídricos urbanos, foi utilizado o método Substrato Definido, que é regulamentado nas normativas brasileira e colombiana como parâmetro de qualidade da água para o consumo humano.

Para o tratamento dos dados realizou-se uma análise estatística descritiva-exploratória<sup>98</sup>, a fim de avaliar o comportamento espacial da distribuição dos resultados encontrados, uma vez que não se tem parâmetros de qualidade da água para rios urbanos nos estados do Amazonas brasileiro e colombiano, estabelecidos nas normativas vigentes. Os cálculos para análise dos resultados obtidos foram realizados no software excel por meio das médias, desvio padrão, coeficiente de variação, mínimas e máximas.

Na tabela 5 estão descritos os padrões de qualidade da água, estabelecidos nas resoluções CONAMA 357/2005 para rios brasileiros, Resolución 2115/2007 para rios colombianos e os parâmetros para rios da bacia amazônica analisados por Silva (2013) e Silva, Miranda e Santana (2017), referentes aos parâmetros analisados neste trabalho.

**Tabela 5** - Comparação dos valores padrão de qualidade da água estabelecidos pelas resoluções brasileira, colombiana e para os rios da bacia Amazônica

Parâmetros analisados	Conama 357/2005 (Classe – 2)	Resolución 2115/2007	Rios da bacia amazônica	
			Tipos de água Preta	Branca
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Sem limite	Valor máximo aceptable 1000	9,47-103,45	
Fósforo Total (ambiente lótico) (mg/L)	0,1 P*	Valor máximo aceptable 0,5	0,02-0,13	
Nitrogênio amoniacal Total (mg/L)	3,7 N*, para pH $\leq$ 7,5	<3,3 N**	0,01-0,30	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	não inferior a 5mg/L O <sub>2</sub>	>3,0 mg O <sub>2</sub> /l**	2,4-7,4	1,62-5,9
Potencial Hidrogeniônico	6,0-9,0	6,5-9,0	4,5-5,5	6,2-7,5
Sólidos Totais em Suspensão (mg/L)	500	<1000**	15,40-179,60	0,80-274,50
Temperatura (°C)***	-	-	-	
Turbidez (UNT)	até 100	Valor máximo aceptable 2	90,0-150,0	8,0-160,0
Coliformes Totais (VMP)****	Ausência em 100 mL	0 microorganismo en 100 cm <sup>3</sup>	-	
Escherichia coli (VMP)****	Ausência em 100 mL	0 microorganismo en 100 cm <sup>3</sup>	-	

Fonte: Resolução Conama 357/2005, Resolución 2115/2007, Silva (2013) e Silva, Miranda e Santana (2017).

<sup>98</sup> A análise estatística descritiva exploratória utilizada foi uma adaptação das metodologias utilizadas nos trabalhos de Thomaz, Centeno e Ceconello (2023), Garcia et al. (2018) e Silva (2013).



\* No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original do National Sanitation Foundation (NSF). Nessa adequação feita pela Cetesb, o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total, e o parâmetro fosfato total foi substituído por fósforo total. ANA, 2004. p. 18.

\*\* Os parâmetros ambientais de qualidade da água do Oxigênio dissolvido, Nitrogênio amoniacal total y Sólidos suspensos totales utilizados como valores máximos permitidos para consumo humano na Colômbia foram estabelecidos pelo Decreto 1594 del 26 de junio de 1984, art. 45, p. 9, e no Estudio Nacional del Agua 2018 na Colombia realizado pelo IDEAM em 2019, p. 225-244. Disponíveis em: [https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/ENA\\_2018.pdf](https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/ENA_2018.pdf) / [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=18617](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=18617). Acesso em: 13/03/2021.

\*\*\* Não há um valor limite de temperatura da água estabelecido nas resoluções brasileira e colombiana. Segundo Brasil (2014) os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. Na Colômbia conforme Guerrero-Bolaño, Manjarrés-Hernández e Núñez-Padilla (2003) e Meneses-Campo, Castro-Rebolledo e Jaramillo-Londoño (2019) a temperatura da água nos trópicos depende da altura sob o nível do Mar. Nas regiões andinas as temperaturas mínimas podem chegar em média a 14°C e próximo ao nível do mar 29°C.

\*\*\*\* Como a água dos canais de drenagem urbanos não são utilizados de forma direta para o consumo humano foi analisada a presença – ausência de coliformes totais e *Escherichia Coli* conforme os procedimentos metodológicos descritos no quadro 3 deste trabalho. Para fins de consumo humana a Portaria 888/2021 brasileira e a Resolución 2115/2007 colombiana estabelecem o Valor Máximo Permitido (VMP) das características microbiológicas da água dentro dos seguintes valores máximos aceitáveis do ponto de vista microbiológico, que são estabelecidos levando em consideração os limites de confiança de 95% e para técnicas com capacidade de detecção de 1 Unidade Formadora de Colônia (UFC) ou 1 microrganismo em 100 mL/100 cm<sup>3</sup> para cada amostra analisada. A resolução Conama 357/2005 brasileira para fins de enquadramento dos rios estabelece que não deverá ser excedido 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais por amostra analisada para rios de água doce da classe 2.

O caráter exploratório das condições de qualidade das águas superficiais urbanas encontrado nos parâmetros analisados nesta região de fronteira, serão norteados pelas resoluções vigentes do Brasil e da Colômbia e de pesquisas realizadas nos rios da bacia Amazônica. Entendendo que os parâmetros estabelecidos na escala nacional nestes países, são bastantes dispares na escala local, quando se trata dos rios da região Amazônica. No quadro 13, está representada a localização dos doze pontos amostrais de coleta da água e os tipos de uso e ocupação do solo preponderantes nas bacias analisadas.

**Quadro 13** - Descrição da localização e tipos de uso do solo dos pontos de coleta P1 - P12

Pontos	Coordenadas geográficas	Localização dos pontos coletados	Tipo de uso do solo preponderante
P1	S 04°12'24.2" W 069°56'23.9"	Médio curso da bacia do Simón Bolívar – B.S.B/Letícia – Área de expansão urbana, Carrera 8	Residencial e comercial
P2	S 04°12'26.9" W 069°56'51.5"	Foz – Baixo curso da B.S.B/Letícia – Calle 15	Residencial e Área militar
P3	S 04°12'24.6" W 069°55'48.3"	Alto curso da B.S.B – Fronteira/Letícia-Tabatinga – Área de expansão urbana/Povo Cocama/Xingú II	Área indígena e residencial
P4	S 04°13'18.8" W 069°56'27.3"	Foz – Baixo curso da bacia do Matadero – B.M.D/Letícia – Calle 3	Residencial
P5	S 04°13'11.9" W 069°56'26.2"	Médio curso da B.M.T/Letícia – Canal de drenagem canalizado	Residencial
P6	S 04°13'03.2" W 069°56'20.2"	Alto curso da B.M.D/Letícia – Carrera 7	Comercial e residencial
P7	S 04°13'15.4" W 069°55'38.4"	Médio curso da bacia do São Francisco – B.S.F/Tabatinga – rua Perimetral norte	Residencial e Indústria oleira
P8	S 04°13'26.0" W 069°54'50.8"	Alto curso da B.S.F/ Tabatinga – Próximo ao lixão da cidade, rua Perimetral norte	Residencial e Psicultura
P9	S 04°14'03.1" W 069°54'50.9"	Alto curso da bacia do Paraíso – B.P/Tabatinga – Área de expansão urbana, rua Ney Ari	Residencial
P10	S 04°14'02.3" W 069°55'02.8"	Médio curso da B.P/Tabatinga – ao lado do Ginásio Municipal Boanerges Garcia, rua Antônio barbosa	Residencial
P11	S 04°14'01.0" W 069°55'24.9"	Foz – Baixo curso da B.P/Tabatinga – ao lado da Praça da Juventude, rua Primeiro de fevereiro	Residencial e Comercial
P12	S 4°13'46,6" W 69°56'35,2"	Foz – Baixo curso da B.S.F/Tabatinga – em frente ao Porto da lancha, rua do Marco	Comercial

**Fonte:** Mapeamento de campo realizado nos anos de 2019, 2021 e 2022.

De modo geral, foi constatado *a priori*, que as águas dos canais fluviais urbanos nas cidades de Tabatinga e Letícia, estão sendo degradadas pelo lançamento das águas residuais sem qualquer tratamento prévio, ocupação das APP, e, pelas obras de infraestrutura para construção de vias públicas e escoamento das águas pluviais e fluviais não compatíveis com as características geomorfológicas e hidrográficas destas cidades. No entanto, quando se compara os dados encontrados aos parâmetros nacionais, na maioria das amostras analisadas estão em conformidade com as

resoluções vigentes destes países. Porém na escala local das cidades o que se identifica são igarapés poluídos sem qualquer possibilidade de uso.

Embora se necessite de mais pesquisas para caracterizar a qualidade das águas superficiais na escala urbana nesta região de fronteira, esse quadro de degradação dos corpos hídricos já vem sendo constatado na escala regional, nos trabalhos realizados por Silva (2013), Silva, Miranda e Santana (2017), Ríos-Villamizar et al. (2020), Franken e Vital (2016), Arcos, Cunha e Silva (2016), Manrique Losada e Peláez Rodríguez (2010), Peláez Rodríguez e García López (2011), Peláez Rodríguez e Remicio Duque (2014) e Díaz-Martínez e Granada-Torres (2018) de classificação e qualidade da água dos rios da bacia Amazônica. É nesse contexto de análise dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos pelas resoluções vigentes no Brasil e na Colômbia em comparação aos dados encontrados nas pesquisas realizadas na região Amazônica, que se analisou os dados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos encontrados nas bacias urbanas de Tabatinga e Letícia.

Nas tabelas 6 e 7 estão descritos os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos analisados nas bacias do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso dos pontos P1 - P12, nos períodos de cheia e vazante dos rios nos meses de março e agosto de 2022. A análise destes dados pautou-se nas condições de qualidade da água em dois momentos, no primeiro foi verificar como a sazonalidade natural dos rios da região interfere nos parâmetros obtidos, e, no segundo momento como os tipos de uso do solo influenciam na variabilidade espacial de áreas densamente ocupadas e em processo de ocupação.

**Tabela 6** - Resultado das análises físico-químicas encontradas nos pontos P1 - P12 no período de cheia dos rios no mês de março de 2022

<b>Pontos</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez</b>	<b>Temperatura</b>	<b>OD</b>	<b>Sólidos Totais em Suspensão</b>	<b>Nitrogênio Total</b>	<b>Fósforo Total</b>
<b>P1</b>	88,5	6,60	2,86	26,3	0,57	20	1,05	0,187
<b>P2</b>	146,8	6,81	5,72	26,4	0,97	20	4,52	0,321
<b>P3</b>	202	6,52	2,08	26,4	0,35	10	11,32	0,29
<b>P4</b>	31,8	6,60	57,46	27,4	0,87	36	8,91	0,335
<b>P5</b>	313	6,30	20,28	27,3	1,64	2	10,05	0,29
<b>P6</b>	23,6	6,65	20,54	27,5	1,26	2	10,79	0,331
<b>P7</b>	174,1	6,40	27,3	25,9	1,31	32	0,49	0,103
<b>P8</b>	105,1	6,58	14,82	26,9	0,90	28	1,03	0,158
<b>P9</b>	42	4,51	4,94	27,1	2,55	12	0,49	0,136
<b>P10</b>	7,04	6,15	33,8	26,7	0,94	10	0,68	0,192
<b>P11</b>	65,9	6,91	10,14	27,1	2,93	26	0,97	0,206
<b>P12</b>	72,3	6,84	29,38	27,7	0,53	40	1,37	0,28
<b>Média</b>	<b>113,50</b>	<b>6,41</b>	<b>19,11</b>	<b>26,89</b>	<b>1,24</b>	<b>19,83</b>	<b>4,31</b>	<b>0,236</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>89,55</b>	<b>0,64</b>	<b>16,22</b>	<b>0,56</b>	<b>0,79</b>	<b>12,83</b>	<b>4,56</b>	<b>0,081</b>
<b>Mínimo</b>	<b>7,04</b>	<b>4,51</b>	<b>2,08</b>	<b>25,9</b>	<b>0,35</b>	<b>2</b>	<b>0,49</b>	<b>0,103</b>
<b>Máximo</b>	<b>313</b>	<b>6,91</b>	<b>57,46</b>	<b>27,7</b>	<b>2,93</b>	<b>40</b>	<b>11,32</b>	<b>0,335</b>

**Fontes:** Análises em campo, LAFRON-Tabatinga e LQA/INPA-Manaus, 2022.

**Tabela 7** - Resultado das análises físico-químicas encontrados nos pontos P1 - P2 no período da vazante dos rios no mês de agosto de 2022

<b>Pontos</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez</b>	<b>Temperatura</b>	<b>OD</b>	<b>Sólidos Totais em Suspensão</b>	<b>Nitrogênio Total</b>	<b>Fósforo Total</b>
<b>P1</b>	172,1	6,60	22,88	25,8	0,78	28,5	5,48	0,75
<b>P2</b>	95	6,71	14,56	28,7	4,28	48,5	0,47	0,04
<b>P3</b>	328	6,60	2,08	25,8	0,51	12	12,76	1,59
<b>P4</b>	529	6,80	1,04	27,5	0,31	20	29,93	2,65
<b>P5</b>	585	7,05	22,1	27,6	0,36	23,5	30,42	2,71
<b>P6</b>	605	6,98	7,28	27,7	0,52	32	28,42	2,85
<b>P7</b>	386	7	3,9	27	0,32	12,5	13,56	3,14
<b>P8</b>	72,7	7,15	16,64	26,6	3,07	14,5	0,89	0,14
<b>P9</b>	432	6,80	5,46	32,8	6,90	40	15,91	0,93
<b>P10</b>	242	6,92	11,7	27,2	1,80	23,5	3,73	0,44
<b>P11</b>	529	7,05	2,34	29,4	1,64	24	13,64	0,98
<b>P12</b>	163,1	7,44	31,72	29,8	5,52	119,33	0,62	0,06
<b>Média</b>	<b>344,91</b>	<b>6,93</b>	<b>11,81</b>	<b>28,0</b>	<b>2,17</b>	<b>33,19</b>	<b>12,99</b>	<b>1,36</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>193,69</b>	<b>0,24</b>	<b>9,91</b>	<b>1,97</b>	<b>2,27</b>	<b>29,23</b>	<b>11,43</b>	<b>1,18</b>
<b>Mínimo</b>	<b>72,7</b>	<b>6,6</b>	<b>1,04</b>	<b>25,8</b>	<b>0,31</b>	<b>12</b>	<b>0,47</b>	<b>0,04</b>
<b>Máximo</b>	<b>605</b>	<b>7,44</b>	<b>31,72</b>	<b>32,8</b>	<b>6,9</b>	<b>119,33</b>	<b>30,42</b>	<b>3,14</b>

**Fontes:** Análises em campo, LAFRON-Tabatinga e LQA/INPA-Manaus, 2022.

As amostras analisadas indicaram uma variação considerável nos valores de CE, Turbidez, OD, Sólidos Totais em Suspensão (STS), Nitrogênio Total (N-T) e Fósforo Total (P-T), nos pontos P1, P4, P5, P6, P7, P9, P10 e P12. Essa variação dos parâmetros pode ser atribuída as características geológicas e a influência direta da variabilidade sazonal dos rios desta região.

Outro aspecto a ser considerado na escala local é a influência das ações antrópicas nos igarapés urbanos das cidades de Tabatinga e Letícia, uma vez que os resultados obtidos de Turbidez nos pontos (P1;P4), N-T (P7-P9) e P-T (P5-P7) são inversamente proporcionais aos resultados encontrados nos trabalhos de Silva (2013) e Peláez Rodríguez e Remicio Duque (2014), nos rios Solimões e Hacha<sup>99</sup>, onde no período de cheia esses parâmetros são arrefecidos pelo aumento da vazão dos rios, e na vazante há uma maior concentração, devido a redução do fluxo fluvial.

Segundo Silva (2013, p.36), os maiores valores de turbidez foram encontrados nos rios que têm suas origens na região andina e pré-andina, pois o aumento da turbidez está relacionado ao transporte dos sedimentos em suspensão, que são transportados pelo rio Amazonas até o oceano atlântico, na ordem de 800 milhões de toneladas por ano.

Nos resultados obtidos de CE encontrados no alto e médio cursos das bacias do Matadero e Paraíso nos pontos (P6;P10), dos STS no médio e alto curso da bacia do Matadero (P5;P6) e do OD no médio e baixo cursos das bacias do Matadero e São Francisco (P5;P12) responderam de forma semelhante aos dados encontrados nas pesquisas de Silva (2013) e Peláez Rodríguez e García López (2011), em que os valores destes parâmetros são menores no período de cheia, em função do aumento do fluxo dos rios que promove a absorção de oxigênio pelo corpo hídrico e maiores valores na vazante com a redução da vazão dos rios, assim como pelas atividades antrópicas que modificam o ambiente natural.

As variações espaciais de CE a montante da Bacia do Matadero (P6), do N-T no alto curso da Bacia do Paraíso (P9) e do P-T no médio curso da bacia do São Francisco (P7) indicam que mesmo em áreas de expansão urbana os canais fluviais, estão sendo

---

<sup>99</sup> El estudio se realizó en el cauce principal de la cuenca hidrográfica del río Hacha localizada en el Municipio de Florencia, departamento de Caquetá (Colombia) entre las coordenadas 01°52'40, 7" N - 75°40'44,1" W y 1°33'19,2" N - 75°31'55" W. Peláez Rodríguez e Remicio Duque, 2014, p. 198.

poluídos com a mesma intensidade das áreas já consolidadas. Estes dados diferem das pesquisas realizadas por Franken e Vital (2016), nas cidades de Rio Preto da Eva e Manaus/Brasil e Díaz-Martínez e Granada-Torres (2018), na cidade de Villapinzón/Colômbia quanto aos diferentes graus de contaminação dos rios em áreas densamente ocupadas em relação às áreas de expansão urbana.

A degradação espacial uniforme destes parâmetros nos canais fluviais urbanos das cidades de Tabatinga e Leticia podem ser atrelados em decorrência da precariedade de infraestrutura de tratamento das águas residuais e da ocupação indiscriminada das APP de drenagem, que foram sendo aterradas para a construção de vias públicas e moradias ao longo dos anos<sup>100</sup>.

Para Manrique Losada e Peláez Rodríguez (2010), em estudo realizado na cuenca del río Hacha no município de Florencia no Departamento de Caquetá na Amazônia colombiana, os baixos valores de STS se mantiveram, devido a conservação da vegetação, que funciona como um filtro natural para o material, que poderia chegar à estação de coleta analisada. Essas características de boa qualidade da água sem poluição são normalmente encontradas no alto curso, próximo as nascentes dos rios. Contudo, a medida em que o rio passa pela área urbana, o teor STS aumenta gradativamente, indicando um crescimento uniforme da concentração de resíduos urbanos lançados sem tratamento nos canais fluviais.

Em todas as amostras coletadas foi identificada a presença de coliformes termotolerantes (coliformes totais e *Escherichia Coli*) nos canais de drenagem urbanos, nos dois períodos analisados. Nas normativas legais do Brasil e da Colômbia, independentemente da quantidade de microrganismos encontrados, fica essa água imprópria para o consumo humano, exceto após tratamento prévio de potabilização.

Arcos, Cunha e Silva (2016) avaliaram as condições de balneabilidade da água nas praias do Tupé, Lua e Ponta Negra, localizadas no rio Negro, o médio Amazonas por meio de exames bacteriológicos (coliformes totais e *Escherichia Coli*), em nove pontos onde havia a maior concentração de pessoas nos períodos seco e chuvoso.

---

<sup>100</sup> Segundo entrevista realizada no dia 17/03/2022 na Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Tabatinga – SEMPDEC muitas obras de infraestrutura realizadas para a construção de vias públicas aterraram os canais fluviais urbanos. Em várias áreas da cidade depois do procedimento de terraplanagem para pavimentação das vias deixou o nível da rua mais alto que o alicerce das casas. Depois da execução dessas obras muitas áreas vêm sendo inundadas principalmente no período chuvoso fato até então não relatado pelos moradores anteriormente.

Nos pontos analisados no período da estiagem as praias foram classificadas como impróprias para o banho, e, no período da cheia foram avaliadas como satisfatórias e excelentes, segundo os critérios estabelecidos na resolução Conama nº 274/2000<sup>101</sup>.

Ainda segundo esses autores, apesar da quantidade de matéria orgânica lançada de esgotos domésticos, e, efluentes orgânicos e inorgânicos na praia de Ponta Negra, localizada na zona oeste da cidade de Manaus, as águas do rio Negro nesta área ainda apresentam características naturais, devido ao poder de “autodepuração”, na época da cheia em que a vazão do rio é maior, o que faz com que a carga poluidora seja diluída.

Neste contexto, identifica-se nas amostras analisadas nas cidades de Tabatinga e Letícia, a presença de coliformes termotolerantes, mesmo no período de cheia dos rios nesta região, em decorrência dos seus canais fluviais urbanos terem pouca profundidade. Contudo essa variável sazonal que influencia, positivamente nas condições de qualidade da água, deve ser abordada com cautela, uma vez que durante seis meses do ano os rios ficam com suas águas baixas no período da vazante/seca.

Além disso, esses critérios são atribuídos as características únicas da grande vazão natural dos rios na bacia Amazônica, e, não encontrados em outras regiões do Brasil e da Colômbia. Outro aspecto a ser avaliado, é até que ponto os rios da bacia Amazônica vão manter essa capacidade de autodepuração<sup>102</sup> das águas residuais poluídas lançadas ao longo do tempo, principalmente nas áreas urbanas onde se concentra a maior parte da população desta região.

Neste sentido, para Ríos-Villamizar et al. (2020), a diversidade físico-química das águas amazônicas é grande, e aumenta com a ordem decrescente dos rios, porque

---

<sup>101</sup> Resolução Conama nº 274, de 29 de novembro de 2000, estabelece os critérios de segurança ao bem-estar e a saúde humana que podem ser afetados pelas condições de qualidade da água para balneabilidade. Disponível em: [https://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolucao\\_Conama\\_274\\_Balneabilidade.pdf](https://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolucao_Conama_274_Balneabilidade.pdf). Acesso em: 30/08/2022.

<sup>102</sup> Em termos mais amplos, o fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes. Dentro de uma visão mais específica, tem-se que, como parte integrante do fenômeno de autodepuração, os compostos orgânicos são convertidos em compostos inertes e não prejudiciais do ponto de vista ecológico. Fonte: SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade da água e ao Tratamento de esgoto. 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. p. 93.



pequenos riachos indicam melhor as diferenças geológicas e geomorfológicas locais do que grandes rios, que representam as condições de grandes bacias hidrográficas.

A Tabela 8 apresenta a análise descritiva dos pontos P1 – P12 de monitoramento das bacias do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso, pertencentes aos valores médios da Turbidez. As médias de turbidez apresentaram valores muito abaixo do estabelecido para os rios de águas pretas da bacia amazônica, exceto nos pontos P1, P4 e P7, que se encontram dentro dos parâmetros desta região. Entretanto, se considerarmos os parâmetros da resolução CONAMA 357/2005, todas as amostras analisadas deste parâmetro estão dentro dos limites permitidos para rios de classe 2. Enquanto na Resolución 2115/2007 a maioria das amostras encontra-se muito acima dos valores máximos permitidos com exceção do ponto P3.

Os coeficientes de variação encontrados, também, apresentam uma alta variação de acordo com Warrick e Nielsen<sup>103</sup> (1980). O maior valor encontrado foi de 136,39% no alto curso da bacia do Simón Bolívar no ponto P4 e a menor concentração 5,42% na foz da bacia do São Francisco no ponto 12. Segundo Thomaz, Centeno e Cecconello (2023), essa variação nos valores de turbidez pode estar relacionada a descarga das águas residuais sem tratamento nos canais de drenagem próximos de centros urbanos, assim como pode haver relação com a presença de matérias sólidas em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais podem provocar elevações na turbidez da água (SPERLING, 2018).

Os Sólidos Totais em Suspensão - STS conforme descrito na tabela 9, apresentaram valores médios em sua maioria dentro dos limites estabelecidos de qualidade dos corpos hídricos, exceto os pontos P3 e P5 que ficaram abaixo dos valores encontrados nos rios da bacia Amazônica. O coeficiente de variação das amostras analisadas foi considerado alto segundo Warrick e Nielsen (1980) na maioria dos pontos analisados, exceto nos pontos P5, P8 e P9 considerados baixos.

---

<sup>103</sup> Segundo critério estabelecido por Warrick e Nielsen (1980) o coeficiente de variação é dividido em três categorias: baixo  $CV < 12\%$ , moderado  $12 \leq CV \leq 24\%$  e alto  $CV > 24\%$ .

**Tabela 8** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento da Turbidez

<b>Turbidez (UNT)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	12,87	10,14	2,08	29,25	21,19	13,91	15,6	15,73	5,2	22,75	6,24	30,55
<b>DP*</b>	14,16	6,25	0	39,89	1,29	9,38	16,55	1,29	0,37	15,63	5,52	1,65
<b>CV (%)*</b>	109,99	61,65	-	136,39	6,07	67,41	106,07	8,18	7,07	68,69	88,38	5,42
<b>Mínimo</b>	2,86	5,72	2,08	1,04	20,28	7,28	3,9	14,82	4,94	11,7	2,34	29,38
<b>Máximo</b>	22,88	14,56	2,08	57,46	22,1	20,54	27,3	16,64	5,45	33,8	10,14	31,72

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

\* DP = Desvio Padrão e CV = Coeficiente de Variação.

**Tabela 9** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento dos Sólidos Totais em Suspensão

<b>STS (mg/L)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	24,25	34,25	11	28	12,75	17	22,25	21,25	26	16,75	25	79,67
<b>DP</b>	6,01	20,15	1,41	11,31	15,20	21,21	13,79	9,55	19,80	9,55	1,41	56,09
<b>CV (%)</b>	24,79	58,84	12,86	40,41	119,24	124,78	61,97	44,92	76,15	56,99	5,66	70,41
<b>Mínimo</b>	20	20	10	20	2	2	12,5	14,5	12	10	24	40
<b>Máximo</b>	28,5	48,5	12	36	23,5	32	32	28	40	23,5	26	119,33

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

Pode-se constatar nos valores mínimos encontrados nos pontos P5 e P6, que se encontram muito abaixo dos limites estabelecidos pelas resoluções brasileira e colombiana e dos resultados encontrados para os rios de água preta nesta região. Para Manrique Losada e Peláez Rodríguez (2010), os baixos valores de STS encontrados no Río Hacha, corresponde a boa qualidade da água em comparação ao aumento deste parâmetro, à medida em que adentra o perímetro urbano do município de Florencia.

Entretanto, mesmo que esses resultados dos pontos P5 e P6 estejam em conformidade com os limites estabelecidos de qualidade para os rios de água preta, por se localizarem em área densamente ocupada no médio e alto curso da bacia do Matadero, a baixa concentração dos STS não representa boa qualidade dos corpos hídricos, uma vez que os canais fluviais urbanos desta bacia sofrem influência direta do lançamento sem tratamento das águas residuais e dos resíduos sólidos.

Nas tabelas 10 e 11 constam as análises descritivas dos resultados encontrados do Nitrogênio Total (N-T) e Fósforo Total (P-T). De modo geral, 58% dos valores médios encontrados de N-T (tabela 10) nos 12 pontos analisados estão acima dos limites permitidos pelas resoluções brasileira e colombiana. E quando esses dados são comparados aos valores estabelecidos para os rios da bacia Amazônica, todas as amostras analisadas estão acima dos limites encontrados nos corpos hídricos desta região.

Segundo Manrique Losada e Peláez Rodríguez (2010), os canais de drenagem analisados na cidade de Florencia, que recebem descarga de águas residuais domésticas, apresentam altos índices de N-T, pois esses rios contêm nitratos<sup>104</sup> em concentrações eutróficas provenientes, principalmente da contaminação fecal. Houve, também, um coeficiente de variação elevado em 91% de todas as amostras analisadas (WARRICK E NIELSEN ,1980).

---

<sup>104</sup> O nitrogênio nos corpos d'água pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações pode causar doença chamada metahemoglobinemia infantil, letal para crianças. Também é o nutriente que mais agrava a eutrofização, está acaba levando à mortandade de peixes, algas e, afetando toda a cadeia alimentar. SPERLING, Marcos Von, 2018, p. 59 e 68.

**Tabela 10** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Nitrogênio Total

<b>N-T(mg/L)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	3,27	2,50	12,04	19,42	20,24	19,61	7,025	0,96	8,2	2,21	7,31	1,00
<b>DP</b>	3,13	2,82	1,02	14,86	14,40	12,47	9,24	0,10	10,90	2,16	8,96	0,53
<b>CV (%)</b>	95,94	114,78	8,46	76,54	71,18	63,59	131,56	10,31	132,97	97,81	122,64	53,30
<b>Mínimo</b>	1,05	0,47	11,32	8,91	10,05	10,79	0,49	0,89	0,49	0,68	0,97	0,62
<b>Máximo</b>	5,48	4,52	12,76	29,93	30,42	28,42	13,56	1,03	15,91	3,73	13,64	1,37

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

**Tabela 11** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Fósforo Total

<b>P-T (mg/L)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	0,47	0,18	0,94	1,49	1,5	1,59	1,62	0,15	0,53	0,32	0,59	0,17
<b>DP</b>	0,40	0,20	0,92	1,64	1,71	1,78	2,15	0,01	0,56	0,18	0,55	0,16
<b>CV (%)</b>	84,97	110,08	97,79	109,68	114,08	111,99	132,44	8,54	105,34	55,49	92,29	91,51
<b>Mínimo</b>	0,187	0,04	0,29	0,335	0,29	0,331	0,103	0,14	0,136	0,192	0,206	0,06
<b>Máximo</b>	0,75	0,321	1,59	2,65	2,71	2,85	3,14	0,158	0,93	0,44	0,98	0,28

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

A elevada variação acima de cem por cento encontrada nos pontos P2, P7, P9 e P11 está inserida em diferentes estágios de ocupação da malha urbana nas cidades de Tabatinga e Leticia. Todavia, mesmo que nas áreas de expansão urbana sejam mais recentes as ocupações, a intensidade e/ou concentração de N-T identificadas nos igarapés são muito aproximadas nas bacias do Matadero e São Francisco (P2;P7), localizadas em áreas já consolidadas e na bacia do Paraíso (P9;P11) em processo de expansão urbana. Para Garcia et al. (2018), no trabalho realizado na bacia do Ribeirão das Pedras, localizada a noroeste do município de Campinas no estado de São Paulo, identificou que os tipos de uso e ocupação da bacia, podem interferir de forma direta nas alterações encontradas para os teores de nitrogênio total.

Os resultados médios do Fósforo Total descritos na tabela 11 apresentaram concentrações elevadas nos pontos P3, P4, P5, P6 e P7 em comparação as normativas vigentes do Brasil e da Colômbia, e para os rios de água preta da bacia Amazônica. Quando se considera apenas a Resolución 2115/2007, 50% das amostras analisadas estão em conformidade com os padrões de qualidade da água para os rios da Colômbia. E apenas o P8 localizado no alto curso da bacia do São Francisco, está dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005. O coeficiente de variação mostrou-se elevado em 91% dos pontos analisados (WARRICK E NIELSEN,1980).

Com relação a variação espacial foi identificado que as amostras analisadas com os maiores valores de P-T encontrados nos pontos P4 a P7, estão localizados nas áreas centrais das cidades de Tabatinga e Leticia, exceto o P3 localizado no alto curso da bacia do Simón Bolívar, área de expansão urbana. Estas altas concentrações podem estar relacionadas, principalmente a intensa descarga das águas residuais sem tratamento nos canais fluviais.

Segundo Sperling (2018), o aumento das concentrações de P-T e N-T nas águas superficiais tem como principal consequência a eutrofização dos ecossistemas aquáticos. A concentração elevada da carga destes nutrientes propicia um crescimento rápido do fitoplâncton, provocando, assim, o aumento da turbidez da água. Com o aumento da turbidez as algas<sup>105</sup> em maior profundidade deixam de

---

<sup>105</sup> As algas são, portanto, numa designação abrangente plantas simples, a maior parte microscópica, que incluem tanto as plantas de movimentação livre, o fitoplâncton e as algas bênticas aderidas. Em

receber luz, impedindo que a fotossíntese seja realizada, fazendo, assim, com que as algas entrem em decomposição.

Nas tabelas 12 e 13 estão as análises descritivas dos resultados obtidos de Temperatura da água –  $T_{H_2O}$  e do Oxigênio Dissolvido – OD. Os valores médios de  $T_{H_2O}$  descritos na tabela 12 apresentaram baixo coeficiente de variação em 91% das amostras analisadas, exceto no P9 localizado no alto curso da bacia do Paraíso área de expansão da cidade de Tabatinga com 13,46%, valor considerado moderado (WARRICK E NIELSEN, 1980).

Observou-se que os valores encontrados de  $T_{H_2O}$  nos doze pontos monitorados, não apresentaram diferenças acentuadas nos dois períodos analisados, exceto no P9 com variação sazonal de 4,03°C. Como as normativas legais do Brasil e na Colômbia não estabelecem um limite para os parâmetros de qualidade da água, comparou-se os resultados encontrados nas bacias das cidades de Tabatinga e Letícia, nos trabalhos realizados por Franken e Vital (2016), nas bacias do Puraquequara, na cidade de Manaus e Rio Preto da Eva, áreas que ao longo dos anos vêm sendo utilizadas como balneários, assentamentos agrícolas e invasões foram encontradas temperaturas médias 25,6°C a 27,2°C e, na bacia do rio Hacha localizada na cidade de Florencia, as temperaturas verificadas foram de 23,1°C a 25,5°C (MANRIQUE LOSADA e PELÁEZ RODRÍGUEZ, 2010).

Para Arcos, Cunha e Silva (2016, p. 80), a temperatura das águas superficiais tem importante função na solubilidade dos sais, sobretudo dos gases, portanto, na condutividade elétrica e na determinação do pH. As variações de  $T_{H_2O}$  dos rios amazônicos estão associadas as condições da capacidade de absorver calor e a velocidade da corrente. Estes fatores são muito relevantes para as mudanças de temperatura das águas superficiais.

---

todos os casos, as plantas obtêm a sua fonte de energia primária da energia luminosa através do processo de fotossíntese. O nitrogênio e o fósforo são indispensáveis ao crescimento das algas e, quando em elevadas concentrações em lagoas, represas e rios, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado de eutrofização). SPERLING, Marcos Von, 2018, p. 28; 30; 147.

**Tabela 12** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento da Temperatura da água

<b>T<sub>H2O</sub> (°C)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	26,05	27,55	26,1	27,45	27,45	27,6	26,45	26,75	29,95	26,95	28,25	28,75
<b>DP</b>	0,35	1,63	0,42	0,07	0,21	0,14	0,78	0,21	4,03	0,35	1,63	1,48
<b>CV (%)</b>	1,36	5,90	1,63	0,26	0,77	0,51	2,94	0,79	13,46	1,31	5,76	5,16
<b>Mínimo</b>	25,8	26,4	25,8	24,4	27,3	27,5	25,9	26,6	27,1	26,7	27,1	27,7
<b>Máximo</b>	26,3	28,7	26,4	27,5	27,6	27,7	27	26,9	32,8	27,2	29,4	29,8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

**Tabela 13** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Oxigênio Dissolvido

<b>OD (mg/L)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	0,68	2,63	0,43	0,59	1	0,89	0,82	1,99	4,73	1,37	2,29	3,03
<b>DP</b>	0,15	2,34	0,11	0,40	0,91	0,52	0,70	1,53	3,08	0,61	0,91	3,53
<b>CV (%)</b>	22	89,16	26,31	67,12	90,51	58,79	85,89	77,30	65,10	44,39	39,92	116,64
<b>Mínimo</b>	0,57	0,97	0,35	0,31	0,36	0,52	0,32	0,9	2,55	0,94	1,64	0,53
<b>Máximo</b>	0,78	4,28	0,51	0,87	1,64	1,26	1,31	3,07	6,9	1,8	2,93	5,52

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

De acordo com Sperling (2018), quando ocorre elevação da temperatura, aumenta a taxa de reações químicas e biológicas e diminui a solubilidade dos gases, aumentando, respectivamente a taxa de transferência de gases. Neste contexto, segundo Manrique Losada e Peláez Rodríguez (2010) analisam como a temperatura da água influencia em todo ecossistema hídrico:

El comportamiento de los organismos está directamente relacionado con la temperatura. Los organismos acuáticos pueden ser adversamente afectados, cuando se genera contaminación térmica, causada por descargas industriales, por ejemplo; sus efectos pueden ser directos, provocando coagulación de proteínas o indirectos a través del aumento de toxicidad de sustancias que se encuentren disueltas en el agua, o por la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto al mismo tiempo en que aumenta la actividad fisiológica de organismos acuáticos provocando asfixia de los mismos (MANRIQUE LOSADA e PELÁEZ RODRÍGUEZ, 2010, p. 18).

Nos valores médios do OD descritos na tabela 13 nos pontos P1, P3-P8 e P10 estão abaixo dos limites estabelecidos pelas normativas dos parâmetros de qualidade da água brasileira e colombiana, assim como dos valores encontrados nos rios de água preta da bacia Amazônica. Foi identificado, também, um coeficiente alto de variação, segundo Warrick e Nielsen (1980) em 91% das amostras analisadas.

Os resultados dos valores médios do OD dentro dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Resolución 2115/2007 e por Silva, Miranda e Santana (2017) foram encontrados nos pontos P9 e P11 alto e baixo curso da bacia do Paraíso e P12 localizado na foz da bacia do São Francisco. Embora esses pontos estejam dentro dos limites estabelecidos nos critérios acima estabelecidos, nos pontos P9 e P11 áreas de expansão urbana da cidade de Tabatinga, é perceptível pela cor turva e odor a poluição dos corpos hídricos.

Quando se considera os valores máximos e mínimos descritos na tabela 13, é possível observar nos pontos P8 alto curso da bacia do São Francisco e nos P9 e P10 alto e médio curso da bacia do Paraíso, houve elevação do OD no período da vazante, resultado díspar dos encontrados nos trabalhos realizados por Garcia et al. (2018), Silveira, Okumura e Yamaguchi (2021), Thomaz, Centeno e Cecconello (2023), Díaz-Martínez e Granada-Torres (2018) e Meneses-Campo, Castro-Rebolledo e Jaramillo-Londoño (2019), onde no período da vazante/seca dos canais fluviais urbanos aumenta a concentração de matéria orgânica e diminuí a capacidade de autodepuração da



água, influenciando diretamente na redução do OD. Segundo Sperling (2018), a presença de grandes quantidades de matéria orgânica no ambiente aquático pode reduzir as concentrações de oxigênio dissolvido, devido ao processo natural de oxidação da matéria orgânica.

Na escala local, o comportamento dos canais fluviais urbanos nos pontos P8, P9 e P10 que apresentaram elevação do OD no período da vazante *a priori*, pode estar relacionada a capacidade de armazenamento da água no lençol freático, em decorrência das precipitações intensas ao longo do ano, associadas a pouca profundidade da rede de drenagem superficial no perímetro urbano da cidade de Tabatinga.

Para Silva (2013, p. 35), o OD mostrou variações bem heterogêneas nos tributários da margem esquerda e direita do rio Amazonas no período chuvoso, com valores de 1,41-10,7 mg/L analisados no período de março de 2009 a dezembro 2012. Essas características físicas e químicas são diferenciadas das outras regiões do Brasil, devido a intensa relação com os fatores ambientais, assim como do relevo, pedologia, solo, clima da região, vegetação e biodiversidade de organismos.

Segundo Silva et al. (2016), em estudo realizado na bacia do rio Negro e nos rios Ariaú e Jauaperi, tributários da margem esquerda do rio Amazonas, existe uma tendência de o oxigênio dissolvido diminuir no período da cheia, por conta da ação da chuva, lixiviando e arrastando a matéria orgânica para os ambientes aquáticos, onde sofre o processo de degradação, consumindo rapidamente o oxigênio, assim como por causas antrópicas.

Para Peláez Rodríguez e Remicio Duque (2014), os valores médios mais altos de OD de 10,2 a 7,9 mg/L estão situados no alto e médio cursos da bacia do rio Hacha em virtude do fluxo fluvial, das características geológicas e da temperatura. Enquanto o valor mais baixo de 5,2 mg/L foi encontrado na zona urbana, devido em parte a oxidação da matéria orgânica e dos resíduos sólidos.

Os resultados da análise descritiva do Potencial Hidrogeniônico - pH e da Condutividade Elétrica - CE estão apresentados nas tabelas 14 e 15. No que tange aos valores médios obtidos do pH na tabela 14 dos pontos P1 a P12, todos estão em conformidade quando comparados aos limites estabelecidos nas normativas Conama 357/2005/BR e Resolución 2115/2007/CO. Contudo, quando os resultados obtidos

foram comparados a dos rios da bacia Amazônica, 91% das amostras analisadas estão acima dos valores encontrados para rios de água preta desta região.

**Tabela 14** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento do Potencial Hidrogeniônico

<b>pH</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	6,6	6,8	6,6	6,7	6,7	6,8	6,7	6,9	5,7	6,5	7,0	7,1
<b>DP</b>	0	0,07	0,06	0,14	0,53	0,23	0,42	0,40	1,62	0,54	0,10	0,42
<b>CV (%)</b>	-	1,19	4,75	2,11	7,95	3,42	6,33	5,87	28,63	8,33	1,42	5,94
<b>Mínimo</b>	6,6	6,7	6,5	6,6	6,3	6,7	6,4	6,6	4,5	6,2	6,9	6,8
<b>Máximo</b>	6,6	6,8	6,6	6,8	7,1	7	7	7,2	6,8	6,9	7,1	7,4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

**Tabela 15** - Análise descritiva, por pontos de monitoramento da Condutividade Elétrica

<b>CE (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Média</b>	130,3	120,9	265	280,4	449	303,8	280,05	88,9	237	124,52	297,45	117,7
<b>DP</b>	59,11	36,63	89,10	351,57	192,33	425,96	149,84	22,91	275,77	166,14	327,46	64,21
<b>CV (%)</b>	45,37	30,30	33,62	125,38	42,84	140,21	53,50	25,77	116,36	133,43	110,09	54,55
<b>Mínimo</b>	88,5	95	202	31,8	313	23,6	174,1	72,7	42	7,04	65,9	72,3
<b>Máximo</b>	172,1	146,8	328	529	585	605	386	105,1	432	242	529	163,1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Observou-se, também, uma variação espacial baixa em 91% dos pontos analisados, exceto no ponto P9 localizado no alto curso da bacia do Paraíso, que foi considerado alto com 28,63% (WARRICK E NIELSEN, 1980). Os valores mínimos e máximos do pH encontrados, foram nos pontos P9 no alto curso da bacia do Paraíso com 4,5 e no P12 localizado no baixo curso da bacia do São Francisco com 7,4.

Neste contexto, Manrique Losada e Peláez Rodríguez (2010) identificaram que os níveis de pH são levemente ácidos, entre 6,3 e 6,8, típicos dos ecossistemas amazônicos na bacia do rio Hacha no município de Florencia. Os níveis mais baixos encontrados, foram nas estações próximas a zona urbana, possivelmente estes valores se devem à oxidação da matéria orgânica.

Segundo Silva et al. (2016, p. 54) existe forte relação entre o pH e os fatores naturais, como vegetação e geologia do solo. Nos rios que têm origem nos Escudos das Guianas, região de floresta densa, a matéria orgânica da floresta entra em decomposição, contribuindo com as substâncias orgânicas, deixando as águas mais ácidas, enquanto as águas que nascem nas regiões Pré-Andinas e Andinas são mais neutras. Ainda segundo esses autores, as águas variaram de ácidas com 3,96 no rio Cubati/AM e próximo de neutro 6,93 no rio Mucajá/RR, no período das águas altas (cheia) e de ácido com 4,32 no rio Urubu, a ligeiramente alcalino de 7,2 no rio Ariaú/AM, no período das águas baixas (vazante).

Os resultados dos valores médios de pH obtidos nas bacias do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso, com exceção dos valores encontrados nos pontos P2, na foz/baixo curso da bacia do Simón Bolívar e P12 na foz/baixo curso da bacia do São Francisco, que tem influência direta com a sazonalidade do rio Amazonas/Solimões, indica em 83% dos pontos analisados, uma tendência a valores levemente ácidos e ligeiramente alcalinos. Para Sperling (2018), as características típicas do pH da água para esgotos domésticos encontram-se na faixa de 6,7 a 7,5. Esses resultados foram obtidos de nove sub-bacias localizadas no município de Belo Horizonte.

Com referência aos valores médios encontrados da CE apresentados na tabela 15, todos os pontos analisados estão dentro do limite estabelecido pela Resolución 2115/2007/CO. A resolução Conama 357/2005 no Brasil não estabelece uma faixa limite para este parâmetro. Quando se compara esses resultados aos estabelecidos

para rios da bacia Amazônica dos doze pontos analisados, onze estão acima dos valores encontrados para rios desta região. Ocorreu, também, em 100% das amostras analisadas alta variação espacial (WARRICK E NIELSEN, 1980).

Os valores máximos de 605  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e mínimo 7,04  $\mu\text{S}/\text{cm}$  encontrados, foram, respectivamente nos pontos P6 no alto curso da bacia do Matadero área da cidade de Letícia, densamente ocupada e no P10 médio curso da bacia do Paraíso área de expansão urbana da cidade de Tabatinga.

Segundo Peláez Rodríguez e García López (2011), a condutividade elétrica na Amazônia apresenta valores baixos, por ser uma área caracterizada por sedimentos terciários de origem pré-cambriana, altamente lixiviados e geoquimicamente muito pobres. De acordo com estes autores foram encontrados valores entre 18 e 29  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no alto e médio curso da bacia do río Hacha.

Para Peláez Rodríguez e Remicio Duque (2014), a condutividade aumenta à medida em que o rio desce em direção foz e/ou baixo curso em zonas urbanizadas, o que pode indicar um aumento progressivo de íons dissolvidos na água, devido ao escoamento e a entrada de águas residuais.

Conforme Silva (2013, p. 50), as maiores condutividades observadas de 49,80 e 155,55  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no rio Amazonas (Amazonas/Fronteira com o Peru, Amazonas/Colômbia e Amazonas/Tabatinga - região do alto rio Amazonas) são provenientes da intensa carga de transporte sólidos em suspensão, que são carregados da região Andina e dissolvidos na coluna da água.

Ainda segundo esta autora, as águas variando de ácidas a levemente alcalina (3,96 - 6,73), e com baixas disponibilidades de eletrólitos (4,39 a 35,17  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foram observados para os rios, que têm origem nos Escudos das Guianas, que passa por região de floresta densa, recebe ao longo do caminho grandes quantidades de matéria orgânica, que entram em decomposição e libera substâncias húmicas e fúlvicas. O mesmo resultado foi observado nos rios que nascem na região andina e pré-andina, que em sua rede de drenagem transporta intensa carga de sedimentos, disponibilizando íons no meio e deixando as águas mais alcalinas.

Como as normativas legais do Brasil e da Colômbia não estabelecem, ainda, valores de referência para calcular os Índices de Qualidade da Água – IQA nos estados dos “Amazonas” brasileiro e colombiano para os parâmetros ambientais analisados,

até o presente momento, utilizou-se como referência comparativa para os resultados obtidos nas cidades de Tabatinga e Letícia, os relatórios mais recentes publicados pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Amazonas – SEMA e do Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, que tratam sobre a qualidade da água nestes países.

No relatório consolidado PERH/AM (2019) de forma ampla, identifica os principais fatores de poluição dos rios no Estado do Amazonas, e propõe estratégias de enquadramento das águas, que levem em consideração suas características naturais. Atualmente, há pouco conhecimento da qualidade da água dos rios do estado. A rede de monitoramento qualitativo existente é operada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, através do Serviço Geológico do Brasil. Os parâmetros medidos são oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade, utilizando equipamento de medição *in loco*. Todavia estes dados são escassos, esporádicos e insuficientes para avaliar a qualidade da água dos 62 municípios do estado.

Nos relatórios Estudio Nacional del Agua – ENA/IDEAM/MADS (2022) e Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano – INCA/INS/MSPS (2021), o índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA, classificado para as águas dos rios no estado do Amazonas colombiano, são consideradas de risco Médio, assim como para o município de Letícia, pois segundo estes relatórios, os principais fatores de poluição dos rios estão associados na escala estadual, principalmente a mineração e na escala local as águas residuais sem tratamento.

Pode-se constatar que os parâmetros ambientais de qualidade da água analisados nesta região de fronteira das cidades de Tabatinga e Letícia, são bem distintos dos estabelecidos nas normativas nacionais. E mesmo quando os resultados analisados são comparados em outras áreas do próprio estado, ocorrem mudanças significativas dos parâmetros. Essas diferenças internas nos estados do “Amazonas” brasileiro e colombiano podem estar relacionadas a diversidade geológica, geomorfológica e hidrológica única desta região.

Sendo assim, observou-se na maioria dos pontos analisados, no que tange a distribuição espacial, o aumento da poluição dos canais fluviais nas bacias urbanas, quando comparados aos parâmetros de qualidade da água para os rios da bacia

Amazônica, e, em menor intensidade quando comparados as normativas nacionais do Brasil e da Colômbia. No próximo item abordar-se-á como a precariedade da infraestrutura urbana e a degradação dos canais de drenagem urbanos, tem afetado na prestação dos serviços de água, que são utilizados pela população nesta área transfronteiriça.

### **3.2.2 Os Desafios da Prestação dos Serviços de Potabilização da Água para Consumo Humano nas Cidades de Tabatinga e Letícia**

Em relação a captação, tratamento e distribuição da água nas cidades de Tabatinga e Letícia, as realidades são distintas quanto a potabilização da água pelas prestadoras dos serviços disponibilizados a população. Para delinear essas questões, foram realizadas entrevistas, junto as prestadoras dos serviços de potabilização da água e à aplicação de oitenta formulários, com seis perguntas objetivas<sup>106</sup> junto aos moradores, sendo quarenta na cidade de Letícia e quarenta na cidade de Tabatinga, no perímetro das quatro bacias analisadas.

Em Tabatinga o serviço de água é realizado pela Companhia de Saneamento do Amazonas - COSAMA<sup>107</sup>, fundada no ano de 1969. Suas atribuições fins são: a realização de estudos, projetos e execução de obras relativas a novas instalações e ampliação das redes de distribuição. Na cidade de Letícia a prestadora dos serviços públicos de água, esgoto e esgotamento sanitário é realizada pela Unidade de Servicios Públicos Domiciliarios de Leticia - USPDL<sup>108</sup>, desde 2015.

---

<sup>106</sup> Todos os entrevistados ficaram cientes, antes da aplicação dos formulários (Apêndice B, p. 281-283) sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) elaborado de acordo com a Resolução 466/2012, se eles concordavam ou não em participar da pesquisa de forma voluntária e anônima conforme Anexo B nas páginas 289-290.

<sup>107</sup> A Companhia de Saneamento do Amazonas – Cosama é uma empresa de economia mista enquadrada no regime jurídico de direito privado como sociedade anônima, e foi criada em novembro de 1969. Sua primeira diretoria tomou posse em 13 de novembro de 1969. O objetivo da empresa consiste na captação, no tratamento e na distribuição de água para consumo humano. Disponível em: [www.cosama.gov.br/a-cosama/](http://www.cosama.gov.br/a-cosama/). Acesso em: 10/08/2020.

<sup>108</sup> En el año 2015, el concejo municipal, autorizó a la alcaldía de Leticia para que asumiera la prestación directa de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo mediante el acuerdo municipal N°. 007 de 2015, bajo el entendido de que se diera estricto cumplimiento de lo estipulado en el estatuto de servicios públicos (artículo 6 de la Ley 141 de 1994). Disponível: <https://uspdl.com.co/gallery/quienes-somos/>. Acesso em: 10/03/2021.

Nas cidades de Tabatinga e Letícia a captação, tratamento e distribuição da água que são realizados pela Cosama e pela USPDL é insuficiente diante da demanda crescente dessas cidades. Conforme as entrevistas<sup>109</sup> realizadas, em agosto e novembro nestas empresas públicas prestadoras dos serviços de água, não têm infraestrutura para tratamento e distribuição para as novas áreas de expansão urbana nestas cidades.

Na cidade de Tabatinga, conforme dados disponibilizados pela Gerência Comercial<sup>110</sup> da Cosama com sede em Manaus, informou que sua rede de distribuição atende 86% da população urbana do município<sup>111</sup>, o que corresponde a 22.380 pessoas. Na cidade de Letícia a Direção da USPDL informou, em entrevista, que aproximadamente 17.000 moradores recebem água tratada da sua rede de distribuição, esse quantitativo de pessoas corresponde perto de 50% e 60% da população.

Frente a essa demanda reprimida, a prefeitura de Tabatinga perfurou vários poços tubulares públicos na cidade, para minimizar a demanda por água da população. Esses poços, também, são muito utilizados por moradores da cidade de Letícia e da Ilha de Santa Rosa, devido a água destes poços ser disponibilizada de forma gratuita. Contudo, nos últimos anos vem ocorrendo, pontualmente em alguns poços tubulares públicos da cidade, reclamações por parte da população consumidora, de encontrar na água captada nos recipientes “sedimentos” como areia fina e algumas vezes odor forte “cheiro de esgoto”.

Diante das reclamações e da impossibilidade de consumo pelos moradores, esses poços foram interditados pela prefeitura de Tabatinga, mas muitos ainda estão

---

<sup>109</sup> As entrevistas foram realizadas nos dias 04/08/2022 as 14:20 com a Sra. Claudia Dulcey na Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Letícia que se localiza ao lado da Prefeitura de Letícia. Na Companhia de Saneamento do Amazonas de Tabatinga a entrevista foi realizada no dia 30/11/2022 as 10:10 com o Sr. Arilson Gonsalves Martins, localizada na Avenida da Amizade, nº 1.482. Nestas empresas públicas foi aplicado um questionário com perguntas abertas pré-estabelecidas com os objetivos da pesquisa conforme está disponível no Apêndice A na página 280.

<sup>110</sup> Este documento é resultado da solicitação de entrevista realizado no dia 23/03/2022 na Cosama de Tabatinga e de informações disponibilizadas pelo Gerente Comercial com sede na cidade de Manaus no dia 05/10/2022 no processo nº 01.05.025501.004715/22-30 conforme está disponível no Anexo A nas páginas 286-288.

<sup>111</sup> Cabe salientar que esse quantitativo de 86% da população atendida de Tabatinga é a partir da demanda solicitada pelos moradores e de sua malha de distribuição. Esse percentual de atendidos não inclui os bairros instituídos nas áreas de expansão urbana e nos loteamentos fronteiros com a cidade de Letícia.



em funcionamento mesmo com essas reclamações e denúncias, pois em alguns bairros novos e áreas de expansão urbana da cidade a água da prestadora do serviço de água potável, não é disponibilizada, obrigando a população dessas áreas, a consumir a água mesmo em condições insalubres.

Segundo Maia (2018, p. 45), a perfuração de poços tubulares pelos moradores do bairro de Santa Rosa, na cidade de Tabatinga foi a alternativa encontrada, para mitigar a falta de água neste local. Entretanto, mesmo com a chegada recente da água fornecida pela Cosama nas casas, algumas famílias mantiveram os poços, mas com finalidades diferentes de uso.

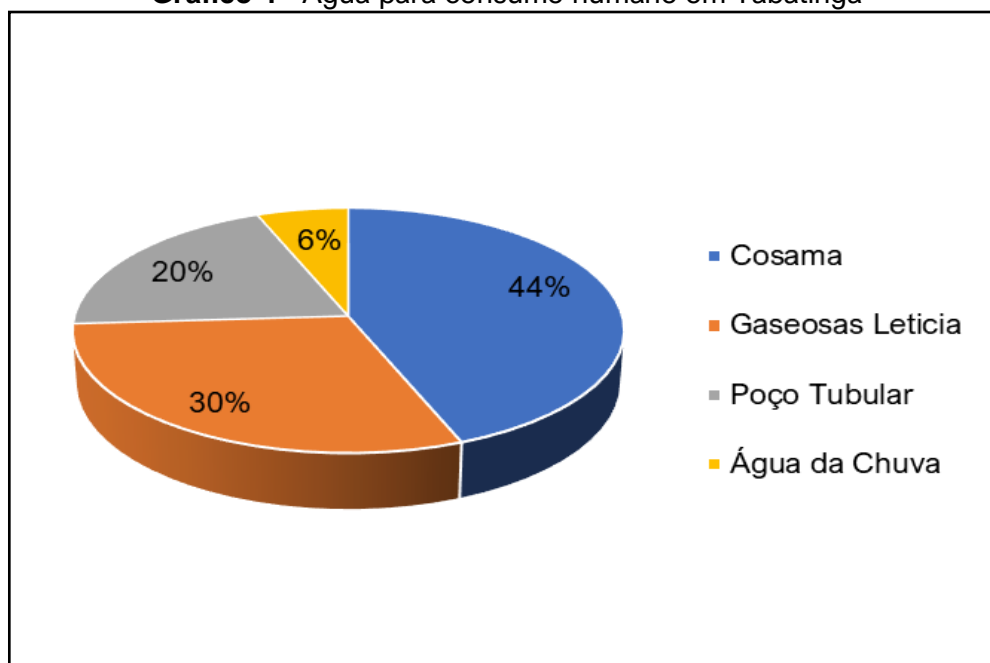
Ainda segundo esta autora, para analisar a qualidade da água consumida pela população neste bairro, foram coletadas 25 amostras de água de poços tubulares durante os meses de fevereiro e abril do ano de 2018. Nos resultados analisados, foi detectada a presença de coliformes totais em 72% das amostras. Dessa porcentagem, 32% dos poços tubulares continham a bactéria *Escherichia coli*, independente da profundidade do poço.

A população que não utiliza o serviço de potabilização da água pela COSAMA, usa os poços tubulares para uso doméstico e consumo humano. Isso ocorre, principalmente em áreas de expansão da cidade Tabatinga, onde a infraestrutura de distribuição é precária ou pela ausência da rede prestadora do serviço.

Neste contexto, pode-se verificar nos formulários aplicados, junto aos moradores, que a água utilizada para consumo humano na cidade de Tabatinga é 44% proveniente da Cosama, 30% da Gaseosas Leticia<sup>112</sup> e 20% de poço tubular (gráfico 4). Cabe salientar que nessas áreas da cidade, os serviços de infraestrutura e distribuição é inexistente, em decorrência da maior parte das residências estarem nas APP de drenagem ou de encosta, o que inviabiliza a instalação, ou porque os moradores não têm como pagar pelo serviço, e, por este fato muitas recorrem a ligações clandestinas.

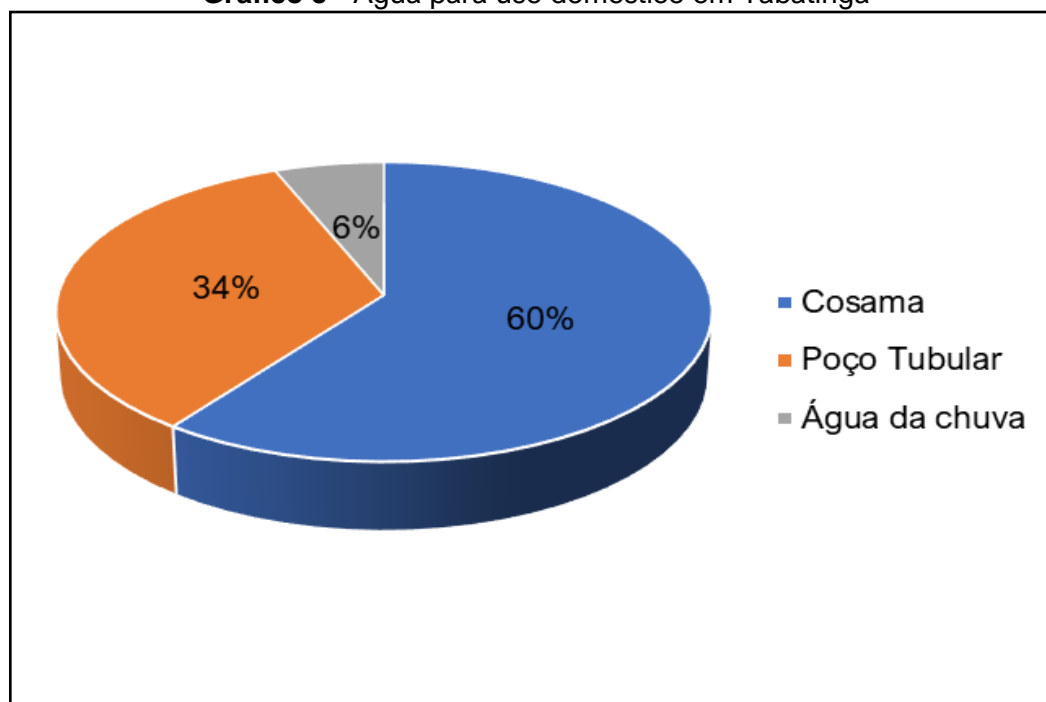
---

<sup>112</sup> Distribuidora Gaseosas Leticia da Coca-Cola S.A, localizada na cidade de Leticia na CALLE 8 8 06, Amazonas - Colômbia. Está empresa além de vender os produtos da marca Coca-Cola e regionais na cidade, também realiza o tratamento da água para revender a população fronteiriça. Disponível em: <https://gaseosasleticia.com.co>.

**Gráfico 4 - Água para consumo humano em Tabatinga**

**Fonte:** Levantamento de campo, 2022.

O gráfico 5, mostra que 60% dos moradores utilizam água fornecida pela Cosama, 34% dos poços tubulares e 6% da chuva para uso doméstico. Quando se associa esses dados aos índices de qualidade da água, que vêm se degradando ao longo dos anos nos canais fluviais da cidade de Tabatinga, é um risco iminente o uso das águas para consumo humano e doméstico, utilizada por uma parcela significativa dos moradores. Além disso, a água disponibilizada nos poços tubulares públicos de forma gratuita em Tabatinga, se torna atrativa para uma parcela expressiva da população desta região de fronteira que não tem acesso a água.

**Gráfico 5 - Água para uso doméstico em Tabatinga**

Fonte: Levantamento de campo, 2022.

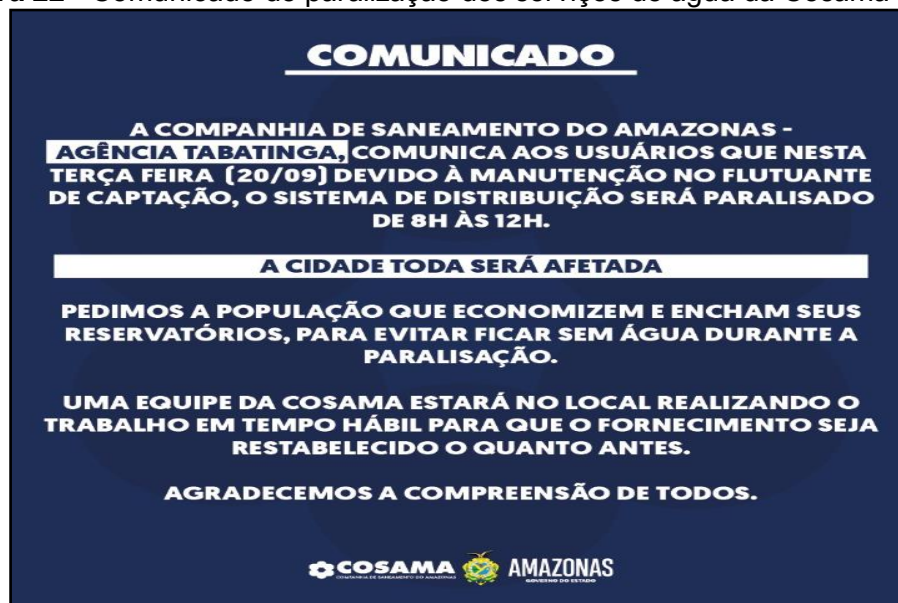
Segundo Antunes et al. (2014) existe um paradoxo em relação as águas dos canais de drenagem poluídos no entorno dos moradores, as que “servem para escoar os resíduos sólidos e as cargas dos efluentes domésticos ou industriais”, da “água consumida para uso doméstico ou consumo humano”, distribuída pela prestadora do serviço ou do poço tubular em sua residência. Os perigos da degradação do manancial hídrico superficial ainda são pouco explicitados a toda a população, e principalmente para aqueles que vivem nas áreas de proteção ambiental, que são afetados diretamente.

Diante deste cenário, na entrevista realizada com o gerente da Cosama de Tabatinga, foi relatado que os principais desafios da instituição na cidade, é a captação da água no período da seca nos meses de agosto e setembro, o desvio clandestino de água da rede de distribuição, o esgoto doméstico lançado sem tratamento no rio Solimões e o uso indiscriminado e sem fiscalização da perfuração de poços tubulares.

Embora estas cidades estejam numa das áreas mais “preservadas e/ou conservadas” da Amazônia internacional, nos últimos anos os extremos hidroclimáticos têm se tornado cada vez mais constantes. Estes impactos têm precarizado ainda mais a qualidade de vida da população, que já sofre com as condições mínimas de infraestrutura.

Nesta perspectiva, um dos problemas recorrentes enfrentados pela empresa nos últimos 5 anos é a dificuldade de captação da água no período da vazante dos rios, na unidade geológica-geomorfológica da formação Solimões, que ocorre nos meses de julho, agosto e setembro. Segundo dados do Boletim Nº 34 da CPRM<sup>113</sup> (2021), as cotas observadas na Estação fluviométrica código 10100000, referente ao rio Solimões, em Tabatinga, para o mês de agosto está no limite inferior de sua faixa de vazão de maior permanência, e as cidades do Alto Solimões já sofrem as consequências da seca deste ano. Neste período, a Cosama em Tabatinga parou o abastecimento de água por 24 horas, e racionalizou por uma semana, devido à dificuldade de captar água do rio Solimões para os tanques de tratamento e distribuição. No mês de setembro de 2022 a captação de água foi paralisada novamente, conforme mostra a figura 22, no mesmo período do ano anterior para ajustar as bombas, que captam água do rio Solimões em decorrência da seca extrema.

**Figura 22** - Comunicado de paralização dos serviços de água da Cosama



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Alves et al. (2020) aponta que no Brasil, “futuramente”, devido as mudanças climáticas associadas ao uso e ocupação do solo de forma inadequada, ocorrerá

<sup>113</sup> Disponível em: [https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20210827\\_09-20210830%20-%20093123.pdf](https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20210827_09-20210830%20-%20093123.pdf). Acessado em: 13/11/2021.

variabilidade de precipitação e temperatura cada vez mais intensas, ou seja, estação chuvosa mais úmida e estação de estiagem mais seca, impactando diretamente o regime hidrológico dos rios.

Em Letícia a situação é difícil também neste período, pois o ponto de captação da água apresenta problemas em decorrência da baixa vazão dos rios, o que tem acarretado dificuldades para captar e distribuir água aos moradores, como mostra a figura 23, no ponto de captação de água da estação Bocatoma na cidade. Esses fenômenos naturais de secas mais intensas vêm ocorrendo com bastante frequência nesta região.

**Figura 23** - Ponto de captação da água da estação Bocatoma em Letícia



**Fonte:** Levantamento de campo, 2021.

Além disso, segundo Luna e Rotta (2019), a infraestrutura de captação e tratamento da água realizados pela USPDL ocorre de forma precária e não condizem com as normas de construção da Planta del Agua estabelecidas pela Resolución 330 de 8 junio de 2017, que versa sobre a regulamentação e procedimentos técnicos para o setor de água potável e saneamento básico na Colômbia.

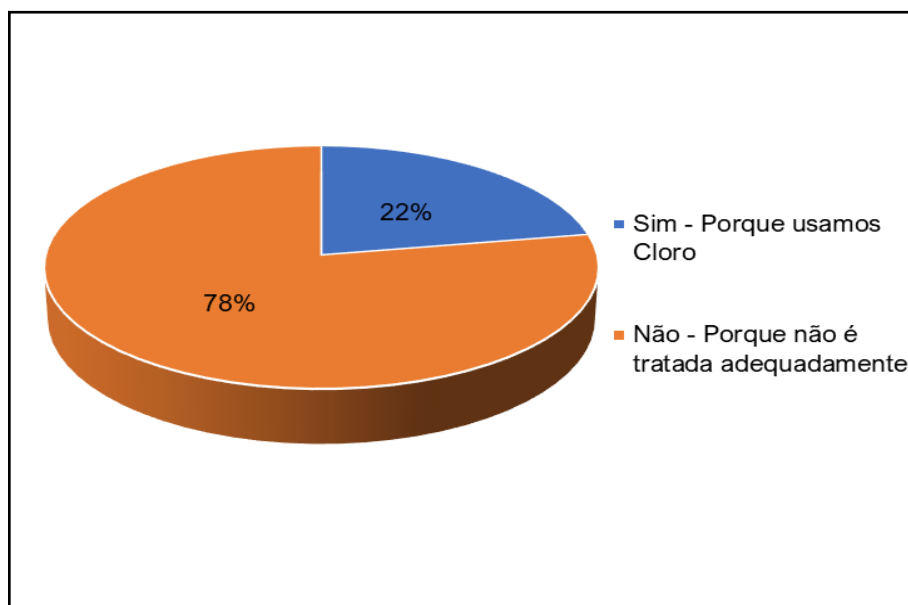
Diante destas informações, nas atividades de campo realizadas em 2022, pode-se constatar, no gráfico 6, que a população de Letícia 78% não confia no tratamento realizado pela empresa USPDL<sup>114</sup> e 22% confiam nos serviços prestados. Alguns

---

<sup>114</sup> La planta de tratamiento de agua que abastece al municipio de Letícia, era operado por la empresa EMPUAMAZONAS S. A. la cual se encontra suspendida por irregularidades em la prestación del

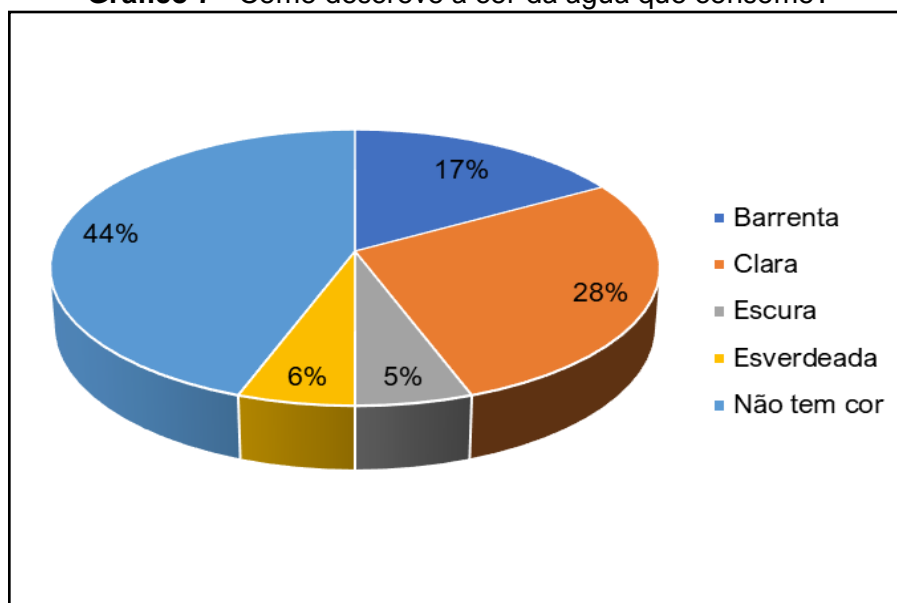
fatores que podem estar relacionados a esse alto índice de desconfiança pelos consumidores, seria as características da água como cor e sabor, assim como as mudanças constantes das empresas que realizam esse serviço na cidade.

**Gráfico 6** - Tem segurança quando consome água da torneira ou do poço tubular?



**Fonte:** Levantamento de campo, 2022.

O gráfico 07 representa as características da cor da água recebida na casa dos moradores, mostrando que 17%, é barrenta, 28% clara e 6% esverdeada, ou seja, se somar esses percentuais, 51% da água distribuída pode indicar a ausência de tratamento, portanto, fatores de risco as pessoas que vão utilizar essa água para os usos domésticos e consumo humano.

**Gráfico 7 - Como descreve a cor da água que consome?**

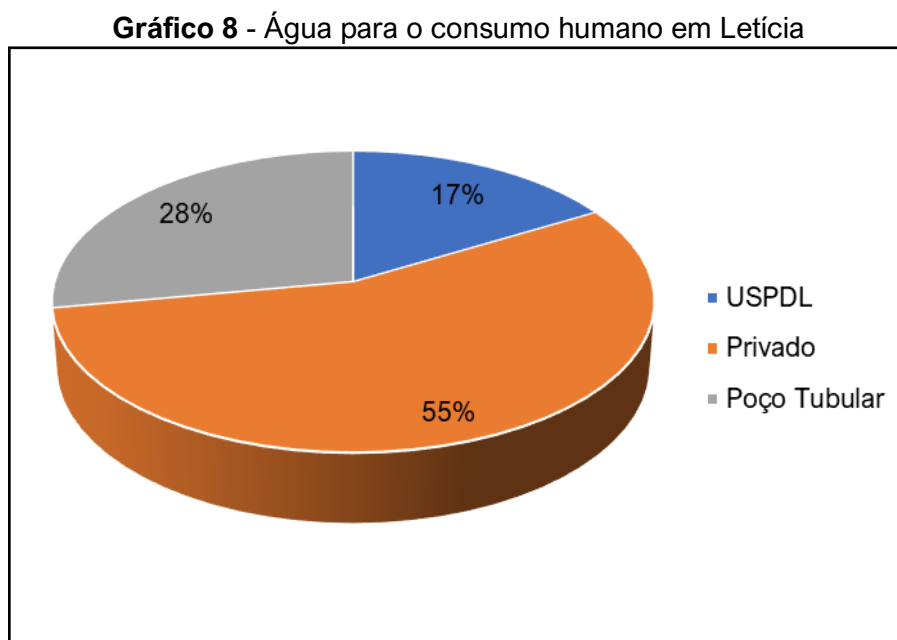
**Fonte:** Levantamento de campo, 2022.

Na Colômbia a cobertura de tratamento e distribuição de água potável alcança 76,17% da população (DANE, 2018), enquanto na cidade de Leticia esta cobertura alcança, aproximadamente 53,41% da população (USPDL, 2022). Neste contexto, fica evidente porque a maioria dos moradores da cidade não utiliza essa água para consumo humano como mostra o gráfico 8, onde 55% consumido é privado, 28% de poço tubular, quando se associa esses percentuais aos resultados do gráfico 06. Segundo Riaño Umbarila e Salazar Cardona (2018), grande parte dos centros urbanos no Estado do Amazonas colombiano a água utilizada para o consumo humano, é obtida de poços tubulares, cuja potabilidade tem características variáveis e não recebe tratamento algum.

Segundo entrevista<sup>115</sup> realizada em agosto de 2022 com o Coordenador Estadual de Questões Hídricas da Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – CORPOAMAZONIA/Sede Amazonas, nas áreas de expansão da cidade de Leticia, onde a rede de distribuição de água não é alcançada pela Alcaldía, é permitida a perfuração de poços tubulares pela população. Todavia, a fiscalização e o monitoramento da água utilizada, deve ser realizada pelo próprio usuário, pois a instituição não tem capacidade operacional para realizar as análises de qualidade da

<sup>115</sup> Entrevista realizada no dia 26/08/2022 as 8:30 com o Sr. Juan Carlos Bernal Leal Coordenador Estadual de Questões Hídricas na cidade de Leticia – Amazonas (Colômbia). As perguntas realizadas estão descritas no Apêndice C nas páginas 284-285.

água dos poços a cada 6 meses, a um ano dos parâmetros estabelecidos na Resolución 2115/2007.



**Fonte:** Levantamento de campo, 2022.

A distribuidora Gaseosas Leticia da Coca-Cola S.A. localizada na cidade de Leticia, fornece água tratada e vende água com preços baixos, considerando como parâmetro o preço da água mineral vendida em Tabatinga, pois essa atividade da empresa é parte das ações sociais no Departamento do Amazonas Colombiano. Essa água é muito utilizada para consumo humano dos moradores desta região, pois não há restrição ou limite para comprar essa água por residentes dos países vizinhos. Outras empresas de menor porte também fazem esse serviço de tratamento da água em Leticia, como a Gaseosas Río e Cafeteria la Profe, atuando mais nas zonas periféricas e de expansão urbana.

Segundo dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) estima-se que 80% das doenças são transmitidas pela água contaminada, como cólera e diarreia<sup>116</sup>. No relatório do Plan de Desarrollo Municipal de Leticia 2020-2023, indica que a segunda principal causa de mortalidade infantil em menores de 5 anos na cidade, é a diarreia aguda, sendo o maior índice de mortalidade infantil do Estado.

<sup>116</sup> “Água potável segura e saneamento básico em planos de desenvolvimento. Capítulo 1 "O estado da água, o esgoto e resíduos sólidos nos municípios da Colômbia". p. 32. Disponível em: <https://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>.

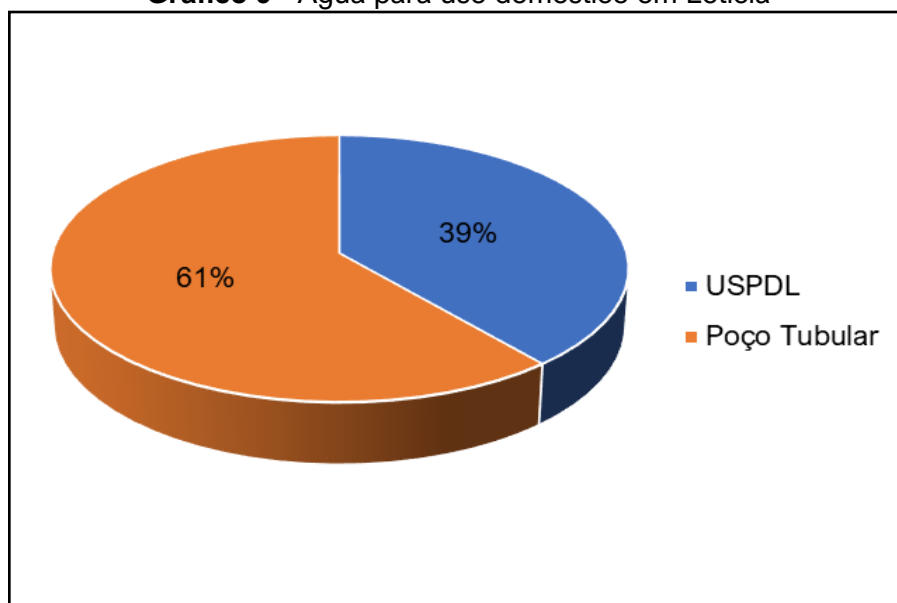


Deste modo, a qualidade da água está diretamente associada a qualidade de vida e saúde da população.

Outro fator que vem impactando de forma negativa nas condições de captação e distribuição desde 2015, é a redução da vazão do rio Yahuarcaca, nos meses de julho a setembro, na estação Bocatoma de onde a água é captada, conforme representado na figura 23. Com as dificuldades de captação no período de seca, atrelada as condições de infraestrutura para distribuição, principalmente nas áreas de expansão da cidade, tem impulsionado a perfuração de poços para o uso doméstico, conforme mostra o gráfico 9, com 61% dos moradores faz uso das águas dos poços tubulares e 39% da empresa pública prestadora do serviço de água.

Neste contexto, conforme entrevista realizada na direção da USPD L as principais dificuldades encontradas para captação e tratamento da água na cidade de Letícia é a baixa vazão da quebrada Yahuarcaca no período da vazante/seca e as condições de infraestrutura da Estação de Tratamento. Esses fatores têm impulsionado muitos moradores a utilizar águas dos poços tubulares para os diversos usos cotidianos.

Para Brito et al. (2021), as populações que vivem em áreas de expansão urbana, costumam depender de fontes alternativas, como poços rasos, cacimbas e nascentes que estão expostas ao maior risco de contaminação, devido a inexistência de esgotamento ou tratamento das águas residuais adequadamente. Além disso, esses moradores desconhecem as condições sanitárias da água, que consomem sem qualquer tipo de tratamento, pois na perspectiva deles “toda água subterrânea é boa para o consumo”.

**Gráfico 9 - Água para uso doméstico em Letícia**

**Fonte:** Levantamento de campo, 2022.

Como se pode verificar, a partir dos dados acima explicitados nas análises físico-químicas e microbiológicas da qualidade da água e nas entrevistas junto aos atores institucionais e moradores, realizadas em 2022, são diversos os fatores que fomentam a degradação da rede de drenagem urbana fronteiriça. Essa degradação está diretamente atrelada a gestão territorial quanto as políticas públicas adotadas nas esferas local (municipal) *in site* e *off site*, no que diz respeito as legislações ambientais e hídricas nacionais que não abarcam as características deste território.

Os impactos indiretos são a degradação explícita das águas urbanas como constatado até aqui, pelas análises dos parâmetros ambientais que são indicadores de qualidade da água no Brasil e na Colômbia. Os resultados até aqui apontam que a gestão ambiental do território adotada pelos atores institucionais, é incipiente a problemática que se apresenta no contexto dessa região da Amazônia internacional.

Diante desta realidade, esse território é resultado das artificialidades ou ineficientes políticas de planejamento territorial no espaço urbano. A água elemento natural que possibilita a integração de aspectos sociais, econômicos e ambientais, é o objeto para articulação desses atores, que interferem de forma positiva e/ou negativa. Nesta perspectiva, se abordará no próximo capítulo como as políticas de gestão da água na esfera nacional tem impactado no gerenciamento das águas fronteiriças nas cidades de Tabatinga e Letícia.

## **CAPÍTULO 4**

### **PERSPECTIVAS E DESAFIOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS FRONTEIRIÇAS NAS CIDADES DE TABATINGA E LETÍCIA**

Ao longo dos anos o processo de uso e ocupação do solo nas cidades de Tabatinga e Letícia ocorre sem qualquer tipo de planejamento, no que diz respeito aos canais fluviais urbanos. Diante disso, os processos erosivos de assoreamento, inundação, e a poluição gradual dos corpos hídricos tem se tornado a cada ano mais constante na paisagem urbana. Esta ausência ou ineficiente gestão territorial tem fomentado de forma indireta e direta nas condições de qualidade da água nas bacias hidrográficas destas cidades.

O princípio lógico desta forma de gestão dos recursos hídricos nesta região fronteiriça da Amazônia, na nossa perspectiva, tem se pautado na premissa da “abundância quantitativa da água” quanto a disponibilidade para as demandas atuais no primeiro momento, e, posteriormente na capacidade de autodepuração das águas residuais sem tratamento oriunda, principalmente dos centros urbanos em virtude do volume de vazão dos rios da bacia Amazônica.

Outro aspecto que torna o planejamento hidrográfico pouco eficiente, é a desarticulação das normativas nacionais entre os países, que compartilham suas águas em áreas de fronteira em função dos interesses internos e da soberania de cada país. Além disso, o gerenciamento do território na escala local é em muitos casos formulado na escala nacional sem qualquer conhecimento de onde será executado as ações.

Neste cenário, a região Amazônica fica à mercê das políticas de gestão territorial exteriores a sua realidade, o que tem acarretado nos últimos anos em diversos impactos socioambientais. É nesta perspectiva paradoxal de gestão das águas na bacia Amazônica que se abordará como essa “lógica de abundância da água”, tem influenciado nas normativas locais de gerenciamento nos canais de drenagem das cidades de Tabatinga e Letícia.

#### **4.1 Das Políticas nacionais de Gestão dos Recursos Hídricos aos Planos Diretores Municipais: Conflitos de Uso e Fiscalização em Águas Transfronteiriças**

As normativas brasileira e colombiana de gestão das águas localizadas em áreas de fronteira internacional são regulamentadas em norma específica pelo Ministério das Relações Exteriores destes países. A Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – OTCA tem viabilizado sua estrutura institucional desde o início de sua criação, para subsidiar projetos de infraestrutura e ações de preservação e conservação dos recursos naturais. Estes projetos ou ações nestas áreas ficam inviabilizados, em muitos casos, em função da burocracia institucional entre estes países, os diferentes interesses econômicos e ambientais, assim como a descontinuidade dos projetos ou ações implantadas.

Na escala local, essas interações se acentuam em virtude dos diferentes interesses dos atores institucionais públicos, privados e da sociedade civil. Neste contexto, abordar-se-á no primeiro momento como as normativas legais brasileira e colombiana de gestão territorial, têm sido implementadas especificamente nas Áreas de Preservação Permanente em perímetro urbano, e, no segundo momento como essas normativas têm influenciado positivamente e/ou negativamente no gerenciamento dos corpos hídricos por meio dos Planos Diretores Municipais nas cidades de Tabatinga e Letícia.

No Brasil as Áreas de Preservação Permanente - APP conforme estabelecido na Lei 12.651/2012, no Art. 3, Inciso II, são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Ao mesmo tempo que estabelece no Art. 8, a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente, somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. A princípio esse mecanismo legal tem a função de melhorar as condições de vida da população, que reside nessas áreas insalubres, devido a poluição da água nas APP de drenagem fluvial ou nas áreas de encostas com risco de deslizamento.

Contudo, nas áreas urbanas os projetos ou ações implantadas até o momento nesta região fronteira do Brasil e da Colômbia não têm se preocupado com a preservação e/ou conservação dos recursos naturais, assim como, com a infraestrutura de tratamento das águas residuais utilizadas despejadas nos canais fluviais já poluídas ao longo dos anos.

No estado do Amazonas brasileiro tem-se como exemplo o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus – PROSAMIM, implantado no ano de 2006 nas APP urbanas da cidade de Manaus. A função deste programa foi dividida em dois momentos, “o primeiro inclui a execução de obras de melhoria ambiental, urbanística e habitacional, e, o segundo as atividades voltadas para o desenvolvimento comunitário e fortalecimento institucional das entidades públicas que participam do Programa, para que estas assegurem a sustentabilidade social e institucional”<sup>117</sup>.

Neste contexto, segundo Oliveira e Albuquerque (2023, p. 8-9), apesar das obras de revitalização no setor 7<sup>118</sup> da bacia do Quarenta terem melhorado a infraestrutura de saneamento básico e as condições de moradia, até o momento nada foi feito para revitalizar a qualidade da água no local. Além disso, as obras de pavimentação e de retificação no leito do canal de drenagem já vêm sendo atingidas por processos de erosão e de assoreamento ao longo dos canais fluviais.

Ainda segundo esses autores, depois das obras de retificação do canal de drenagem no setor 7, residentes a montante da margem direita relataram inundações mais frequentes próximo à avenida Tefé, no bairro do Japiim, zona Centro-Sul da cidade de Manaus. Uma hipótese é que essas incidências *off site* nesta bacia, ocorre mediante as precipitações mais intensas, associadas à pavimentação do leito do canal que pode ter acarretado no aumento do fluxo superficial da água.

Outro aspecto são as divergências legais de atuação dos atores institucionais nas esferas estadual e municipal, uma vez que, conforme preconizado nos Planos Diretores Municipais – PDM, instituídos pela Lei Nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade),

---

<sup>117</sup> Disponível em: <https://www.ugpe.am.gov.br/programas/prosamim/>.

<sup>118</sup> O setor 7 está localizado nas seguintes coordenadas geográficas: S 03°07'379" e W 059°58'990", em uma área situada, ao norte, atrás do Shopping Studio 5 Mall, na Avenida Manaus, a sudoeste, com a Avenida Silves, no Bairro da Raiz e, ao sul, na Avenida Buriti, na Bola da Suframa, no Distrito Industrial I. OLIVEIRA, Ercivan Gomes e ALBUQUERQUE, Adoréa Rebello da Cunha. Análise espaço-territorial da Bacia do Quarenta de 2007 a 2022 na cidade de Manaus – Amazonas. Ponta Grossa: Atena, 2023, p. 3.

fica a cargo do município, fiscalizar e monitorar as APP em perímetro urbano, enquanto o Estado fica com a função de fomentar os critérios e estabelecer os limites quantitativos e qualitativos de uso das APP no âmbito do Estado e dos Municípios. Neste quesito, Oliveira (2012, p. 67) descreve como se estabelecem as atribuições do IPAAM, instituídas pela PERH-AM até os conflitos de atuação na escala do município.

Um dos aspectos conflitantes do planejamento hidrográfico em APP no perímetro urbano está na relação conflituosa entre Estado e Município diante das competências de monitorar, fiscalizar e outorgar o uso de recursos nas bacias hidrográficas. Observa-se com base nos parâmetros legais que a gestão dos recursos hídricos é descentralizada, no âmbito Estadual e Municipal, tendo em vista que aquele órgão que fiscaliza não outorga (o município) e aquele que outorga não fiscaliza (o Estado), deixando muitas vezes o fiscalizador, ou seja, os órgãos municipais com poucos recursos para fiscalizar ou monitorar áreas de degradação e risco socioambiental. Os órgãos que outorgam as secretarias estaduais capitalizam esses recursos e praticamente desconhecem a realidade do município, seja pela sua distância dos interesses e/ou conflitos locais ou pelas dificuldades de fiscalizar em face às dimensões territoriais das bacias hidrográficas.

Desta forma, Magalhães Júnior (2012, p. 144) salienta que os principais conflitos existentes entre os atores do poder público na gestão da água, sejam na escala municipal, estadual ou federal, derivam em sua maioria das dificuldades de conciliação entre as funções institucionais. Um exemplo destes conflitos é a outorga em cursos d'água de domínio do governo federal, que esbarra, teoricamente na ausência de dados hidrológicos, levando à liberação de licenças por tempo determinado mesmo com desconhecimento da realidade hídrica local.

Para Oliveira (2012) pode-se verificar que se estabelecem desconexões entre os órgãos, que regulamentam os ambientes hídricos, principalmente quanto aos instrumentos de outorga e fiscalização. Quando estes instrumentos são aplicados no perímetro urbano, refletem-se em conflitos, resultando em impactos sobre os recursos hídricos. Neste caso, pode-se citar como exemplo a cidade de Manaus, na qual os agentes públicos estaduais regulamentam as outorgas em áreas fiscalizadas pelo município.

No estado do Amazonas colombiano o gerenciamento dos canais de drenagem urbanos é instituído pela Resolución N° 0957 del 31 de mayo de 2018, "Por la cual se

adopta la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas<sup>119</sup> en Colombia”. O presente Guia Técnico abrange o que foi estabelecido pelo Decreto 2245 de 2017, com o propósito de:

“desarrollando los criterios para el acotamiento de las rondas hídricas por parte de las Autoridades Ambientales competentes através de un enfoque metodológico compuesto por fases con sus respectivas actividades y métodos de referencia. Tal desarrollo de los criterios orientará la definición del límite físico de la ronda hídrica basándose en sus principales atributos de funcionalidad”.

Os critérios e limites de uso das rondas hídricas são estabelecidos pelas Corporaciones Autónomas Regionales - CAR<sup>120</sup>, por meio dos Planes de Manejo Ambiental - PMA de microcuencas y acuíferos. As autoridades ambientais do município nos “grandes centros urbanos” cumprem no perímetro urbano as mesmas funções das CAR, exceto a elaboração dos planos de ordenamento e gestão das bacias hidrográficas, atribuição exclusiva das CAR. No Art. 215, alíneas a e h da Ley 1450/2011, que regulamenta as competências comuns das autoridades ambientais regionais e locais:

- a) El ordenamiento del recurso hídrico, el establecimiento por rigor subsidiario, de normas de calidad para el uso del agua y los límites permisibles para la descarga de vertimientos;
- b) El otorgamiento de concesiones de aguas, la reglamentación de los usos del agua, el otorgamiento de los permisos de vertimiento y la reglamentación de los vertimientos;
- c) Fijar y recaudar conforme a la ley, las tasas, contribuciones y multas por concepto del uso y aprovechamiento del recurso hídrico;
- d) La evaluación, control y seguimiento ambiental de la calidad del recurso hídrico, de los usos del agua y de los vertimientos;

---

<sup>119</sup> Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho. Decreto – Ley 2811 de 1974, Art. 83, alínea d. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>.

<sup>120</sup> "Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y los Establecimientos Públicos Ambientales efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 de Decreto-Ley 2811 de 1974 y el área de protección o conservación aferente, para lo cual deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno Nacional." Ley 1450 de 2011, Art. 206. Disponible em: [www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1450\\_2011.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1450_2011.html).

- e) La imposición y ejecución de las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley;
- f) La formulación, ejecución y cofinanciación de programas y proyectos de recuperación, restauración, rehabilitación y conservación del recurso hídrico y de los ecosistemas que intervienen en su regulación;
- g) Formulación y ejecución de los proyectos de cultura del agua;
- h) Requerimiento y seguimiento a los Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

Segundo Carrascal (2017), a finalidade do ordenamento territorial é promover o aumento da capacidade de descentralização, planejamento, gestão e administração de seus próprios interesses para as entidades e instâncias de integração territorial, e promover a transferência de competências e poder de decisão dos órgãos da administração central ou descentralizada do nível nacional para o nível territorial, relevante com a correspondente redistribuição de recursos.

Neste sentido, o Art. 5º da ley de Ordenamiento Territorial – Ley 388 del 24 de Julio de 1997 define o conceito de ordenamento territorial municipal, distrital e das regiões metropolitanas, estabelecendo que:

El ordenamiento del territorio municipal y distrital comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.

Deste modo, a referida lei no âmbito dos municípios e distritos institui os Planes de Ordenamiento Territorial – POT<sup>121</sup> no Art. 9º com as seguintes atribuições: “es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio

---

<sup>121</sup> As nomenclaturas e atribuições diferenciadas dos Planos de Ordenamiento Territorial de uso do solo nos municípios e distritos colombianos ocorrerá em função da quantidade de população, conforme descrito no Art. 9, nas alíneas: a) **Planes de ordenamiento territorial - POT**: elaborados y adoptados por las autoridades de los distritos y municipios con población superior a los 100.000 habitantes; b) **Planes básicos de ordenamiento territorial - PBOT**: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes; c) **Esquemas de ordenamiento territorial - EOT**: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población inferior a los 30.000 habitantes.



municipal o distrital”, possuem caráter normativo em relação à regulação de uso do solo, assim como são concebidos como determinantes ambientais.

Segundo Irujo e Pinzón (2016), os instrumentos de planejamento hídrico criados pela Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH da Colômbia, por meio de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA tem dificultado o gerenciamento das rondas hídricas na escala local, em virtude da hierarquia de atuação dos atores institucionais regionais e locais, pois, antes de entrar em vigor os instrumentos de planejamento da PNGIRH em março de 2010, todas as bacias hidrográficas, independentemente do tamanho ou de sua importância era realizado pela POMCA.

Ainda conforme estes autores, tanto a POMCA quanto os POT têm natureza normativa de regulamentação de uso do solo, mas, os primeiros são de hierarquia superior, e, portanto, os segundos devem observar integralmente os mandatos dos primeiros. Diante deste fato normativo e pela POMCA ser considerada o instrumento através do qual se efetua o planejamento de uso do solo, da água, da flora e da fauna, bem como a gestão da bacia, as autoridades ambientais consideram que têm poderes para regulamentar o uso do solo da respectiva bacia em território municipal.

Essas atribuições sobrepostas pelos atores institucionais regionais e locais pode implicar, negativamente no exercício da regulação do uso do solo, que por mandato constitucional e legal, é exercido pelos municípios por meio do POT, pode se tornar ineficaz, uma vez que os mandatos nesse sentido estão imersos nos planos de bacia, como estes, as normas são consideradas de hierarquia superior, devem ser integralmente observadas pelo POT (IRUJO E PINZÓN, 2016, p. 164).

Deste modo, embora nos dois países existam regulamentações específicas para o planejamento das águas em perímetro urbano, instituído pela Lei 12.657/2012 no Brasil e pela Resolución 0957/2018 na Colômbia, sua aplicação propositiva esbarra na desconexão de atuação dos atores institucionais nas esferas estadual e municipal, assim como na sobreposição legal dos instrumentos de gestão na escala local.

No que tange a gestão das águas fronteiriças nas cidades de Tabatinga e Letícia, vêm sendo implementadas ações desde 2019<sup>122</sup>, por meio das chancelarias

---

<sup>122</sup> Informação disponibilizada na entrevista realizada junto a Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Tabatinga – SEMPDEC realizada no dia 17/03/2022.

brasileira e colombiana, na Comunidade Guadalupe, e em todo baixo curso das bacias urbanas fronteiriças do São Francisco e do Matadero, ações de monitoramento e fiscalização quanto a ocupação das APP e no leito do canal fluvial. No âmbito federal e estadual no Brasil essas ações foram articuladas junto ao Ministério das Relações Exteriores, Ministério das Cidades, Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas e Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas. Na Colômbia participaram desta ação o Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía/Sede Territorial Amazonas. As secretarias municipais envolvidas nesta ação no levantamento de dados, junto aos dos moradores que ocupam essas áreas, foram SEMAT e SEMPDEC de Tabatinga, em parceria com a SCMAT e SGR de Leticia. A médio e longo prazos essas ações bilaterais têm como intuito, retirar os moradores desta área de risco socioambiental.

Nesta perspectiva, para Arias e Alcega (2016, p. 259), la Ley 191 de 1995<sup>123</sup>, relativa a las zonas de frontera, le otorga al Ministerio de Relaciones Exteriores la función de asesorar a los departamentos y municipios de frontera, en el desarrollo de convenios de cooperación e integración, y a estos la obligación de consultar antes de realizar cualquier proyecto de carácter binacional.

Diante do quadro de degradação socioambiental da quebrada San Antonio, área fronteiriça das cidades de Tabatinga e Leticia foi aprovado pela Resolución N° 1784 del 26 de diciembre de 2016 o “Plan de Manejo Ambiental del Sistema Hídrico San Antonio del municipio de Leticia, departamento de Amazonas” executado pela CORPOAMAZONIA/Sede Territorial Amazonas, por meio do Contrato N° 0637 de 2015. O objetivo deste plano foi desenvolver estratégias de recuperação ambiental do sistema hídrico San Antonio. Além disso, este projeto faz parte do Plan de Acción 2016 – 2019, “Ambiente para la Paz”, presenta una nueva herramienta de planificación para los espacios urbanos del municipio de Leticia (CORPOAMAZONIA, 2016).

---

<sup>123</sup> Ley 191 del 23 de junio de 1995, “por la cual se dictan disposiciones sobre Zonas de Frontera”. Assim como, institui no Art. 46, “Las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en las Zonas de Frontera, prestarán asistencia técnica, administrativa y financiera a los departamentos y municipios fronterizos que lo requieran en cumplimiento de su competencia para adelantar programas de cooperación e integración dirigidos a la preservación del ambiente y la protección de los ecosistemas ubicados en dichas zonas”.

Segundo este plano (CORPOAMAZONIA, 2016, p. 90), a cidade de Letícia, assim como outras cidades da Amazônia, vem nos últimos anos, enfrentando problemas de poluição ambiental urbana, devido ao acelerado processo de urbanização não planejado. Como resultado desse processo, as cidades fronteiriças de Letícia e Tabatinga enfrentam problemas comuns como: “o déficit habitacional nas cidades combinado com um planejamento inadequado e falta de políticas responsáveis levou a ocupações crônicas as zonas de inundação por grupos de baixa renda, gerando um desenvolvimento em larga escala de assentamentos precários”.

O sistema hídrico San Antonio, como elemento natural compartilhado por estas cidades da Colômbia e do Brasil, apresenta recorrentes processos de poluição dos canais fluviais. Essas ocupações nesta unidade hidrográfica foram, e ainda são impulsionadas pelo acesso a melhores bens e serviços, empregos ou oportunidades de negócios nesta região de fronteira.

A ocupação do solo nas áreas de preservação permanente sem planejamento tem acarretado de forma direta na degradação dos corpos hídricos a cada ano. Uma vez que o lançamento das águas residuais sem tratamento e os resíduos sólidos nos canais de drenagem é visível neste sistema hídrico urbano. Essas ocupações inadequadas, e, conseqüentemente ausente infraestrutura de saneamento básico, tem estabelecido para a população dessas áreas condições de vida insalubre.

Segundo Arias e Alcega (2016) existe na Colômbia um marco normativo muito básico em matéria de política ambiental com os países de fronteira, e, restrita regulamentação em relação a gestão das bacias hidrográficas fronteiriças, de modo que ao longo dos anos houve poucos avanços, no que diz respeito a gestão das bacias hidrográficas compartilhadas com outros nações. Conforme esses autores, na realidade a política ambiental com os países vizinhos se reduz em expressar suas intenções de avançar em programas binacionais, para “proteger” e elaborar listas de danos já instalados nos ecossistemas hídricos compartilhados.

Neste contexto, conforme entrevista<sup>124</sup> realizada com o Sr. Juan Carlos Bernal Leal Coordenador Estadual de Questões Hídricas do Estado do Amazonas da Colômbia, até o momento não existe acordo de gestão compartilhada dos recursos

---

<sup>124</sup> Entrevista realizada no dia 26/08/2022 as 8:00 horas na CORPOAMAZONIA/Sede Territorial Amazonas na cidade de Letícia.

hídricos fronteirizos entre os Departamentos do Amazonas colombiano e o governo do Estado do Amazonas brasileiro. Segundo o entrevistado são diversos os problemas de gerenciamento das águas fronteiriças em território urbano, como o lixão de Tabatinga, Sistema Hídrico San Antonio e a descarga de esgoto doméstico das áreas de expansão urbana Xingú II, Vila Nova e Maria Izaltina de Tabatinga a montante do rio Urumutum, que desagua nos bairros Simón Bolívar, La Sarita, Umarizal e na área de expansão urbana de San Miguel em Letícia.

Contudo, conforme o entrevistado não existe acordo de projetos conjuntos de tratamento dos resíduos líquidos e sólidos entre as cidades de Letícia e Tabatinga em nível municipal ou estadual, em função das dificuldades de cooperação internacional mediado pelos países, devido ao tempo de resposta dos projetos submetidos para apreciação nos Ministérios das Relações Exteriores e da burocracia institucional das áreas de fronteira internacional.

Para Silva, Assumpção e Kligerman (2020, p. 252), em estudo realizado na bacia hidrográfica transfronteiriça Mirim - São Gonçalo, área de fronteira do Brasil com o Uruguai, os desafios a serem encarados para gestão da água compartilhada “permeia toda organização social, desde a produção, a distribuição e o consumo de bens e serviços, até as formas de estruturação do Estado e suas políticas públicas relativas ao meio ambiente, à saúde e ao saneamento”.

Na escala local, tanto o Plano Diretor Municipal – PDM<sup>125</sup> de Tabatinga como o Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT<sup>126</sup> de Letícia fomentam ações de gerenciamento e planejamento da água em seu território. Todavia, essas ações ocorrem de forma isolada no que tange a gestão das águas fronteiriças compartilhadas nestas cidades.

O PDM de Tabatinga (2007) estabelece as Políticas de Fronteira no Título II, Cap. I, Art. 4º, “A estratégia de valorização de Tabatinga como sede municipal, em área de fronteira com outros Países tem como objetivo geral orientar ações de governo e dos diferentes agentes da sociedade para a promoção do desenvolvimento

---

<sup>125</sup> Lei nº 500 de 31 de dezembro de 2007. Data de vigência: 2007-2022. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/Tabatinga\\_PlanoDiretorAM.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/Tabatinga_PlanoDiretorAM.pdf).

<sup>126</sup> Acuerdo nº 032 del 14 de noviembre de 2002. Disponível em: [https://www.asocapitales.co/nueva/2021/01/15/leticia\\_acuerdo032\\_pbot\\_2002/](https://www.asocapitales.co/nueva/2021/01/15/leticia_acuerdo032_pbot_2002/). Instituído pela Resolución CORPOAMAZONIA nº 1307 de 10/12/2001. Fecha vigencia plan: 2002-2015. Disponível em: [www.corpoamazonia.gov.co/index.php/ordenamiento-ambiental/estado-pot](http://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/ordenamiento-ambiental/estado-pot).

sustentável e integração da Região”. Quanto a gestão das águas estabelece no Cap. II, Art. 7º, Inciso III, “A promoção da integridade das águas superficiais e subterrâneas do território do município, mediante ação articulada com as políticas estadual e federal de gerenciamento dos recursos hídricos”.

Conforme entrevista realizada<sup>127</sup> com o Secretário Municipal de Meio Ambiente de Tabatinga o Sr. Cleudson Rodrigues Gomes, no momento não há tratativas sobre o tema água com a Colômbia e o Peru sobre gestão e planejamento das águas fronteiriças compartilhadas. O que existe atualmente com estes países, nesta região de tríplice fronteira, são acordos de cooperação para fiscalização e monitoramento de resíduos, queimadas e desmatamento.

As áreas de preservação permanente conforme instituído no Art. 8º do PDMT fazem parte do Patrimônio Natural de Tabatinga, assim como “as unidades de conservação, os fragmentos florestais urbanos, as áreas verdes, a orla do rio Solimões e os demais cursos d’água”. Porém, no que diz respeito ao parcelamento do solo urbano para fins de planejamento, estabelece no Art. 254, Inciso VII: “Não será permitido o parcelamento do solo em Áreas de Preservação Permanente e reservas ecológicas, definidas em Legislação Federal, Estadual ou Municipal”.

Embora o Plano Diretor de Tabatinga desde sua concepção estabeleça programas e instrumentos para a gestão das águas internas ou compartilhadas com a Colômbia e o Peru nesta região, até o presente momento não foi realizado nenhum projeto ou programa específico de proteção dos rios ou canais fluviais urbanos, conforme instituído no Art. 10, Inciso II, “...de proteção e valorização dos Ambientes Naturais e dos Cursos d’água, objetivando a proteção dos Rios e Igarapés e a conscientização da população para sua conservação e fiscalização...”.

Neste contexto, o PBOT de Letícia (2002) não inclui em suas normativas regular e/ou orientar o gerenciamento e o planejamento das águas fronteiriças. Segundo Carrascal (2017, p. 112) na Colômbia a ley 1523/2012<sup>128</sup> integra a gestão de risco em

---

<sup>127</sup> Esta entrevista foi realizada no dia 05/08/2022 na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tabatinga – SEMAT.

<sup>128</sup> Ley 1523 del 24 de abril de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

Disponível em:

[www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=47141](http://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=47141).

diferentes níveis de governo no planejamento territorial dos POT, conforme estabelecido no Art. 39:

...Los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas hidrográficas y de planificación del desarrollo en los diferentes niveles de gobierno, deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socioambiental y, considerar, el riesgo de desastres, como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo.

Deste modo, as hondas hídricas foram definidas no PBOT de Leticia (2002) como áreas de risco de inundação, conforme estabelecido no Art. 9, Áreas de Riesgo e Amenazas Naturales: “...Básicamente las zonas con un nivel de amenaza por inundación están ubicadas en las comunidades localizadas cerca de la ribera del río Amazonas y en la zona urbana las franjas de viviendas localizadas sobre las riberas del río y de los diferentes caños y quebradas”.

No que tange as políticas de ocupação do solo nas áreas urbanas da cidade para fins de conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, instituiu no Art. 21, Políticas de mediano plazo: “Establecer corredores ambientales a lo largo de la estructura urbana y suburbana partiendo de los cuerpos de agua y de sus zonas de protección ribereñas que atraviesan la ciudad, para así lograr el restablecimiento de la biodiversidade”.

Além disso, o PBOT de Leticia em 2009 por meio do Contrato Interadministrativo Nº 311/MAVDT-CORPOAMAZONIA fez sua primeira revisão<sup>129</sup> das metas e objetivos propostos no Acuerdo 032/2002. Foi constatado nesta revisão, referente ao gerenciamento e planejamento das hondas hídricas, que os problemas sociambientais identificados anteriormente, no que diz respeito a ocupação das áreas de risco de inundação vem se acentuando ao longo do tempo. Essas transformações físicas, biológicas e ambientais têm deteriorado a qualidade da água dos canais fluviais, e, conseqüentemente a qualidade de vida da população que vive nestas áreas.

---

<sup>129</sup> No dia 26 de outubro de 2022 a Alcaldía de Leticia remeteu ao despacho do Governo do Estado para revisão que ordena a ley 1450/2011 uma cópia do Acuerdo Municipal n. 011 de 16 de octubre de 2022, “Por el cual se Adopta la Revisión Geral del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Leticia Corazon Ambiental del Mundo”, emanado del Concejo Municipal de Leticia. Disponível em: <https://amazonas.micolombiadigital.gov.co/plan-basico-de-ordenamiento-territorial-de-leticia/plan-basico-de-ordenamiento-territorial-de-leticia>.

Para Carrascal (2017), atualmente na Colômbia o conceito “adecuadas condiciones de vida de la población” continua sendo um conceito jurídico indeterminado, especialmente se se levar em conta as grandes falências da sociedade em todo o país, dos serviços de saneamento básico, de água potável e tratamento das águas residuais, adequada disposição dos resíduos sólidos e a falta de incorporação de medidas efetivas de adaptação as mudanças climáticas. Neste contexto, este autor analisa como vem sendo regulamentado o ordenamento ambiental do território no país:

El artículo 7º de la Ley 99 de 1993 introdujo el tema del ordenamiento ambiental del territorio, sin embargo, hasta la fecha no ha sido objeto de desarrollo legislativo posterior ni tampoco há sido regulamentado por el Gobierno Nacional. Es decir, normativamente hablando sabemos que em Colombia existe um ordenamiento ambiental del territorio pero no sabemos a ciência cierta como este se debe hacer ni cuales son los instrumentos o herramientas a utilizar para llevarlo a cabo (CARRASCAL, 2017, p. 114).

Apesar dos planos diretores municipais das cidades de Tabatinga e Letícia incluírem o gerenciamento territorial das águas urbanas na escala local, não foi possível identificar concretamente ações e projetos compartilhados, para mitigar os impactos socioambientais de forma clara o enfrentamento da degradação contínua dos canais de drenagem superficiais nestas cidades.

Nas entrevistas realizadas junto a SEMPDEC de Tabatinga e SGR<sup>130</sup> de Letícia ficou constatado, que os problemas ambientais enfrentados no gerenciamento dos canais fluviais destas cidades, são semelhantes como poluição, processos erosivos, inundações e a intensa ocupação das APP de drenagem. Os entrevistados relataram que muitas obras de infraestrutura para construção de vias públicas no perímetro urbano, têm acentuado os processos de inundação em alguns pontos destas cidades, que já ocorriam antes da construção das obras com menor intensidade.

Neste contexto, algumas ações na perspectiva social vêm sendo realizados por estas secretarias por meio de levantamentos para identificar a quantidade de pessoas que vivem nestas áreas de proteção ambiental e/ou de risco natural com o objetivo de retirá-las destes locais<sup>131</sup>. Ainda foi relatado que casas populares foram e estão sendo

---

<sup>130</sup> Entrevista realizada no dia 22/03/2022 na Alcaldía de Leticia com o Sr. Oscar Ruiz Varon Chefe do Sector de Gestión de Riesgos de Leticia.

<sup>131</sup> No levantamento realizado no baixo e médio curso das bacias do São Francisco e Matadero em julho de 2019 pela SEMPDEC foram cadastradas 111 famílias. Deste total, 10,8% são famílias estrangeiras e

construídas com apoio das prefeituras e recursos do governo federal nestes países para realocar esses moradores.

Em Letícia algumas famílias destas áreas de risco já foram realocadas para um conjunto habitacional na estrada dos quilômetros, no Km 11 área rural do município. Contudo, muitos destes moradores realocados não se adaptam as suas novas moradias e retornam para estas áreas de risco. Em Tabatinga as obras do conjunto habitacional “Minha casa minha Vida” iniciaram em 2014, localizado no bairro vila Paraíso área de expansão urbana da cidade, e, até a data da entrevista ainda não havia sido concluído.

Todavia, essas obras de infraestrutura para este fim ao mesmo tempo que são positivas com a retirada das famílias destas áreas precárias, serão negativas para o ambiente a médio e longo prazo, pois essas construções são realizadas sem qualquer tipo de infraestrutura para tratamento das águas residuais e do lixo produzido, como é na maior parte destas cidades. Essas questões multifacetadas do desenvolvimento urbano na Amazônia devem ser analisadas nas diversas perspectivas de gestão territorial no espaço urbano.

A partir deste contexto, estas áreas de crescimento urbano orientadas pelos órgãos federais, municipais, ou de forma espontânea quanto ao uso do solo nestas cidades fronteiriças, pode ser mais uma das facetas de degradação contínua da quantidade e qualidade da água na rede de drenagem urbana.

Corroborando com o tema, na entrevista realizada com o Diretor da COSAMA, o qual relatou “A secretaria de obras é um grande destruidor de nascentes, para viabilizar o acesso dos moradores com a pavimentação das vias públicas”. As inundações se tornaram constantes em vários pontos da cidade, devido as obras de infraestrutura urbana. O exemplo mais recente deste processo vem ocorrendo após a construção da estação de tratamento de efluentes do Centro Estadual de Tempo Integral – CETI João Carlos Pereira dos Santos, pois os resíduos tratados, são lançados num dos afluentes da bacia do São Francisco, no ponto 7 próximo a Delegacia da Polícia Civil (ver quadro 13). Depois da entrada em operação desta estação de

---

24,3% são famílias que moram na casa dos pais. Fonte: Cadastro atualizado do bairro Guadalupe - SEMPDEC, 2019. Acesso: Documento disponibilizado no formato impresso em 24/08/2022.

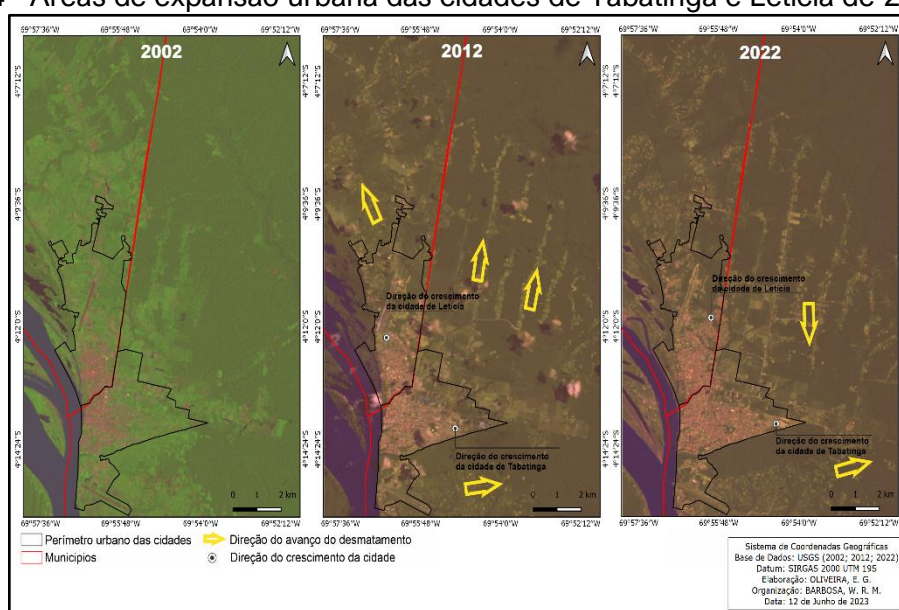


tratamento vem ocorrendo inundações no bairro Santa Rosa, próximo a uma propriedade da Igreja Católica denominada Seminário dos padres.

Segundo Chindoy (2016, p. 185), a cidade de Letícia sofre com as inundações do rio Amazonas e nos canais fluviais urbanos, principalmente nas quebradas San Antonio, Caño Calderón e Caño Simón Bolívar que foram invadidas, desmatadas e aterradas para construção de casas e diversas infraestruturas urbanas.

Nesta região da Amazônia, o ausente controle e fiscalização das normativas legais por parte dos órgãos ambientais no âmbito estadual e municipal, tem imprimido o avanço do desmatamento de forma significativa nas áreas de proteção ambiental nos últimos anos. Na figura 24 estão representadas as áreas de expansão urbana das cidades de Tabatinga e Letícia nos últimos 20 anos.

**Figura 24** - Áreas de expansão urbana das cidades de Tabatinga e Letícia de 2002 a 2022



**Fonte:** Imagens LandSat 5, 7 e 8. Organizado pelo autor, 2023.

As direções da expansão urbana das cidades de Tabatinga e Letícia representadas pelas setas amarelas, indicam para o norte e a leste de Tabatinga em relação ao sítio urbano destas cidades, referente aos anos de 2002 a 2012, e na última década com maior intensidade a sudeste de Tabatinga. Na tabela 16, está o percentual das áreas de desmatamento ao longo do período analisado. Como se pode observar as áreas de maior desmatamento, vem correndo perpendicularmente no limite de fronteira destes municípios, com percentual médio de desmatamento a cada década de 23,63% ou 12,48 Km<sup>2</sup>.

**Tabela 16** - Áreas de desmatamento de Tabatinga e Letícia de 2002 a 2022.

Ano	Km <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Aumento (%)
2002	18,03	18038385,860	-
2012	30,05	30059829,122	66,64
2022	42,99	42990746,432	43,01

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Esse crescimento territorial sem planejamento tem influenciado diretamente na degradação dos corpos hídricos, assim como na qualidade da água consumida pelos moradores, pois a infraestrutura dos serviços de potabilização da água nesta região são dotados de condições básicas de tratamento frente as condições de qualidade da água captada para tratamento e distribuição. É neste panorama das condições de qualidade e de tratamento da água, que se abordará no próximo item da “abundância a qualidade” da água consumida nesta região fronteira da Amazônia.

#### **4.2 Desafios, Perspectivas e Impactos na Qualidade da Água consumida pela população**

Embora a região Amazônica seja dotada de grande disponibilidade de água, na perspectiva qualitativa esse cenário tem sido cada vez mais restrito nos centros urbanos. As condições de infraestrutura de saneamento básico e de potabilização da água para o consumo humano são os polos antagônicos de entrave, no que diz respeito a disponibilidade qualitativa da água para o desenvolvimento social, ambiental e econômico.

Na gestão da água na bacia Amazônica ainda impera uma desgovernança implícita direcionada de atores externos em relação as necessidades e demandas locais. Neste sentido, os impactos socioambientais têm aumentado de forma significativa. O desmatamento de áreas de proteção ambiental, os processos erosivos e a poluição dos rios e igarapés são o resultado explícito da ausência de gerenciamento e planejamento territorial.

As políticas ambientais e normativas vigentes nestas áreas na perspectiva do autor desta pesquisa, estão bem distantes da realidade que se apresentam os problemas na escala local. E na maioria dos casos, quando se faz presente ou atuante

é apenas para fiscalizar, temporariamente o dano ambiental e/ou social já instalado sem qualquer tipo de monitoramento de médio a longo prazo. O que torna essas medidas por meio de ações, programas e projetos, ineficazes.

Na cidade de Leticia conforme entrevista realizada na CORPOAMAZONIA e dados disponibilizados pelo DANE (2018) não chega a 10% o tratamento das águas residuais produzidas, o restante, aproximadamente 90%, é lançado nos rios e canais fluviais urbanos sem qualquer tipo de tratamento. A Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios de Leticia, empresa pública que faz o tratamento e distribuição de água na cidade não alcança 50% da demanda solicitada de água potável pela população.

Segundo entrevista realizada com a Diretora da USPDL, aproximadamente 50% da população da cidade utiliza água dos poços tubulares para consumo humano e uso doméstico. Isso ocorre em virtude de problemas na infraestrutura da planta de tratamento da água e na rede de distribuição, que é insuficiente para atender a demanda existente. Em função dessa condição de infraestrutura é realizado um tratamento básico para potabilização da água distribuída a população.

Neste sentido, conforme Pruss-Ustun et al. (2014, p. 6-7), no levantamento realizado sobre a carga de doenças causadas por água, saneamento e higiene inadequados em 145 países pobres e em desenvolvimento, contabilizou que as condições precárias de tratamento da água e saneamento só no ano de 2012 acarretou, aproximadamente 502.000 mortes por diarreia tenham sido causadas por água contaminada e 280.000 mortes por saneamento inadequado ou inexistente. Em crianças menores de 5 anos, 361.000 mortes poderiam ter sido evitadas por meio da redução desses riscos nestes países, representando 5,5% da carga total desta doença nessa faixa etária.

Quando se considera a quantidade de águas residuais lançadas sem tratamento nos rios e canais fluviais urbanos e a quantidade de moradores desta região fronteiriça que consome água dos poços tubulares para o consumo humano e uso doméstico, o gerenciamento e monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas se faz indispensável.

Duas situações devem ser consideradas neste sentido, a primeira quais são as condições e periodicidade de monitoramento das águas superficiais dos rios, canais de drenagem superficiais urbanos e subterrâneas dos poços tubulares, e, quais

parâmetros físico-químicos e microbiológicos são realizados, uma vez que alguns parâmetros demandam de uma infraestrutura de análise especializada.

Conforme informações disponibilizadas pela USPDL o monitoramento de qualidade das águas superficiais é realizado em 12 pontos fixos no perímetro urbano da cidade pela Secretaria Estadual de Saúde, por meio de análises físico-químicas básicas como, turbidez, pH e temperatura mensalmente. Todavia, não há monitoramento das águas subterrâneas utilizadas pela população. Além disso, não é realizada análise microbiológica das águas superficiais e subterrâneas na cidade.

Na estação de tratamento o monitoramento dos parâmetros físico-químicos é realizado diariamente e os microbiológicos mensalmente, também realizados pela Secretaria Estadual de Saúde. Além disso, é realizada uma “contraprova” da própria prestadora do serviço de água, com exceção dos parâmetros microbiológicos que a USPDL não tem equipamentos para realizá-los.

Segundo Luna e Rotta (2019), na cidade de Letícia a rede de distribuição de água tratada cobre aproximadamente 53,47%<sup>132</sup> da população; esse percentual baixo de alcance da rede de distribuição a população tem gerado preocupação aos governantes locais. Ainda conforme esses autores é comum nas residências terem seu sistema de abastecimento a água de poços tubulares, onde não há qualquer tipo de monitoramento e/ou de tratamento da água utilizada. Nas áreas de expansão urbana muitos moradores, também, utilizam água da chuva armazenadas em caixas d'água de polietileno e cisternas.

Para estes autores a infraestrutura de captação e tratamento da água apresenta diferentes problemas em sua estrutura (deterioração e fadiga dos seus elementos), bem como problemas técnicos na operação (tratamento), embora tenham ocorrido melhorias desde 2015, ainda são insuficientes para aumentar a cobertura do abastecimento; também faltam informações de uma análise completa de características do sistema: fontes de abastecimento; sistemas de adução; trabalhos de

---

<sup>132</sup> Contraloría General de la república (2017) - Gestión y resultados del sector de agua potable y saneamiento básico con énfasis en los recursos del sistema general de participaciones 1994-2017. p. 80. Disponível em: <https://www.contraloria.gov.co/documents/20125/203566/Gesti%C3%B3n+y+resultados+del+sector+d+e+agua+potable+y+saneamiento+b%C3%A1sico+con+%C3%A9nfasis+en+los+recursos+del+sistema+general+de+participaciones+1994-2017.pdf/e27f09c6-19f8-2209-dc73-6b13561861dd?t=1665417054341>.

condução; estação de tratamento; estruturas de armazenamento e revisão da continuidade de serviço.

Na cidade de Tabatinga, conforme dados da ANA (2013) Catálogo de Metadados - Atlas Esgoto: Despoluição das Bacias Hidrográficas<sup>133</sup>, 78,2% de toda carga de efluentes produzida na cidade não é tratada e 21,8% têm solução individual. No que tange as modalidades de abastecimento de água utilizadas pelos moradores da cidade, conforme entrevista realizada com o Sr. Arilson Gonsalves Martins, atual Diretor da COSAMA em Tabatinga, 50% ou mais dos moradores da cidade usam as águas dos poços tubulares para uso doméstico, e, para o consumo humano água potabilizada da COSAMA. A distribuição gratuita de hipoclorito pelos agentes de saúde do município é fundamental neste cenário de consumo da água não tratada dos poços tubulares por uma parcela significativa da população.

Para Chindoy (2016, p. 232), nos levantamentos de dados realizados sobre o abastecimento de água na cidade de Tabatinga, observou-se que o acesso a água utilizada pela população como as fontes de poços privados, juntamente com outras formas de acesso supera os 44%, que é abastecido pela rede de distribuição da COSAMA. Entre essas outras formas de acesso, que representam 30% do total, estão em sua ordem, chuva armazenada, rio, barragem, lago ou córrego, poço ou nascente fora da propriedade e outros em menor escala.

Ainda segundo esta autora, as diversas formas de abastecimento de água utilizada pelos moradores representam uma resposta à falta de investimentos, uma política urbana mais consolidada e uma política do setor habitacional e de saneamento estruturada nas esferas nacional, estadual e local.

A situação é mais crítica nas áreas de expansão urbana nas comunidades Novo Progresso, Perimetral Norte I, Monte Carmelo e Nova Aliança, onde a rede de distribuição de água da COSAMA ainda não alcança, e nos loteamentos fronteiriços, Xingu I, II, III e Maria Izaltina I, II, III, onde a água consumida pela população é exclusiva dos poços tubulares.

Segundo o Sr. Arilson Martins uma equipe de técnicos da COSAMA tem realizado, esporadicamente o monitoramento da qualidade da água consumida pelos

---

<sup>133</sup>Disponível

[https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/Amazonas/Sistema\\_Atual/Tabatinga.pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Amazonas/Sistema_Atual/Tabatinga.pdf).

moradores, tanto da água distribuída pela COSAMA como da água dos poços tubulares. Conforme as análises realizadas no laboratório da COSAMA e pelo Serviço Geológico do Brasil em vários poços tubulares da cidade, o lençol freático da cidade está comprometido.

Corroborando com esta suposição, segundo pesquisa realizada por Bentes, Almeida Neto e Meschede (2020, p. 4), na cidade de Santarém situada a oeste do Estado do Pará na Amazônia central brasileira, sobre as condições de qualidade da água consumida<sup>134</sup> pelos moradores dos poços tubulares particulares. As análises microbiológicas indicaram que 63% e 70% das amostras coletadas estão contaminadas por bactérias do grupo coliformes totais, respectivamente nos períodos seco e chuvoso. Destas, 3% das amostras analisadas no período seco e 13% no período chuvoso apontam crescimento para *Escherichia Coli*.

Conforme esses autores, a presença destes microrganismos encontrados nas amostras analisadas, podem estar associados a falta de manutenção adequada dos reservatórios domiciliares, devido à baixa profundidade dos poços (média de 34 metros), distância reduzida entre o poço e as fossas sépticas (média de 21 metros) e pela ausência de cloração e tratamento da água.

Nos últimos anos há vários relatos<sup>135</sup> dos moradores, de que a água dos poços tubulares está ficando escassa, e quando é captada tem cheiro forte. Diante desta situação, muitos moradores têm migrado para a utilização da água tratada, distribuída pela COSAMA, assim como muitas instituições públicas localizadas na área urbana, como a Sede da Marinha do Brasil, Batalhão do Comando Militar, Vila Militar, Procuradoria Federal, e, até hospitalar no caso da Unidade de Pronto Atendimento – UPA.

As condições de infraestrutura e de monitoramento ainda incipientes nas cidades de Tabatinga e Letícia têm restringido o acesso de uma parcela significativa da população à água com condições mínimas de qualidade. Os resultados desta ineficiente infraestrutura de tratamento e monitoramento da água consumida é o

---

<sup>134</sup> Foram analisadas 60 amostras de água coletadas da torneira das residências, sendo 30 no período seco em novembro de 2018 e 30 no período chuvoso em março de 2019 na área urbana do município de Santarém nos distritos de Aldeia, Alter do Chã, Maicá, Nova República, Prainha e Santarenzinho.

<sup>135</sup> Esses relatos são resultado das conversas informais antes e/ou depois da aplicação dos formulários aos moradores, assim como, nas conversas informais ao longo das entrevistas realizadas, junto aos atores institucionais.

número de casos de pessoas, que apresentam sintomas de doenças provocadas por bactérias e parasitas relacionados a qualidade da água, como a Doença Diarreica Aguda registrada pelo Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIAGUA/BR e no Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA/CO para esta região de fronteira.

Segundo Maia (2018), de acordo com os dados disponibilizados pelo VIGIAGUA sobre a incidência diarreica aguda no ano de 2017, foram registrados 6.341 casos de doenças relacionadas, diretamente pela bactéria *Escherichia coli* na cidade de Tabatinga. Na cidade Letícia a Enfermedad Diarreica Aguda<sup>136</sup>, conforme dados do SIVIGILA dos anos de 2016 a 2019 foi a segunda principal causa de mortalidade infantil em crianças menores de cinco anos. Outras doenças de veiculação hídrica foram registradas como a dengue 1.674 casos em 2019.

As condições de infraestrutura e de saúde da população destas cidades fronteiriças apresentadas acima, conforme Silva, Assumpção e Kligerman (2020, p. 259) podem estar associadas direta e indiretamente “as áreas de fronteira confinadas a rígidos padrões de segurança nacional, materializados em legislação e políticas governamentais ao longo de décadas, contrapor-se à necessária flexibilidade exigida pelas políticas de saúde e proteção ambiental”.

Outra demanda que já vem sendo articulada pela COSAMA, em conjunto com a Defesa Civil do Estado do Amazonas e o Serviço Geológico do Brasil em função das secas mais constantes do rio Solimões nos últimos 5 anos, é a dificuldade cada vez maior de captação da água nos meses de agosto e setembro. Segundo estudo realizado pelo CPRM em parceria com a Defesa Civil Estadual há uma projeção, que daqui a 15 ou 20 anos a vazão do rio poderá secar neste trecho do rio Solimões no período da vazante.

Conforme entrevista realizada com o Diretor da COSAMA “desde 2010 quando houve uma grande seca neste trecho do Solimões, a seca de 2021 não foi mais

---

<sup>136</sup> Por lo anterior, es preciso considerar que la enfermedad diarreica tiene diferentes causas, como la transmisión de persona a persona, el consumo de alimentos contaminados y el consumo de agua contaminada con otros patógenos. Si bien *E. coli* es uno de los principales agentes causales de diarrea moderada a grave en países de ingresos bajos, también puede ser por causa de Astrovirus; parásitos como *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp.; y otras bacterias como *Shigella* spp. Fonte: Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano – INCA, 2021. p. 75. Disponível em: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2021.pdf>. Acesso em: 17/02/2022.

severa<sup>137</sup>, mas, causou mais dificuldade para captação da água”, pois o que pode estar ocorrendo nestes 11 anos, é o assoreamento do rio Solimões perceptível na margem esquerda com o crescimento da porção territorial da ilha de Santa Rosa, e no aterramento da obra de infraestrutura iniciada em 2017 para a construção da orla de Tabatinga.

Neste contexto, segundo Álvarez (2020), em estudo realizado da dinâmica fluvial do rio Amazonas<sup>138</sup> nesta região fronteiriça no setor 4: Arara, Nazaret e Letícia, no período de 1998 a 2017 por meio do sensoriamento remoto, analisou que o rio Amazonas na margem direita em território peruano, devido a geometria e profundidade do canal aumenta a vazão do rio, e, conseqüentemente o processo de erosão, enquanto na margem esquerda ocorre o processo de deposição dos sedimentos. Para Albuquerque (2010, p. 16), os processos de erosão e sedimentação ocorre da seguinte forma nos canais fluviais das bacias hidrográficas:

As bacias hidrográficas são consideradas como sistemas abertos onde se realizam a entrada e saída de água e sedimentos. Neste movimento rumo à saída de uma bacia hidrográfica a água flui externa e internamente nas rochas e solos que formam ou revestem as vertentes e as calhas de drenagem. Estabelece-se deste modo um sistema de fluxos de energia, onde os obstáculos encontrados determinam o caminho que esta água vai percorrer e a velocidade com a qual se deslocará. Boa parte desta energia se dissipa, possibilitando a remoção das partículas sólidas ao longo das vertentes ou rio abaixo, através dos fluxos. A esta remoção denominamos ciclo hidrossedimentológico, que envolve deslocamento, transporte e depósito de partículas sólidas presentes na bacia, caracterizando os processos de erosão e sedimentação.

Esse processo natural nos últimos anos tem interferido na navegabilidade das embarcações até o porto de Letícia, e, na captação de água da COSAMA no período da vazante. Conforme Álvarez (2020), a tendência observada para este trecho do rio Amazonas é concentrar toda sua energia com um efeito de migração lateral do braço

---

<sup>137</sup> A confirmação deste dado pode ser aferida no Boletim n. 34 do Serviço Geológico do Brasil – 2021. Disponível em: [https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20210827\\_09-20210830%20%20093123.pdf](https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20210827_09-20210830%20%20093123.pdf).

<sup>138</sup> El área de estudio para el análisis multitemporal de la dinámica fluvial, se localiza en jurisdicción de los municipios de Puerto Nariño y Letícia en el departamento de Amazonas Colombia, más exactamente desde el sitio limítrofe al occidente cercano a Atacuarí en el Hito 14 con coordenadas: 70°42'47,993" de longitud Oeste y 3°47' 43,735" de latitud Sur y el meridiano 69° 30' W de la línea Apaporis - Tabatinga, situado en la quebrada San Antonio limítrofe ubicado en la zona urbana de Letícia en límites con Tabatinga (Brasil). Esta zona corresponde a una franja de 120 kilómetros de largo y 4 kilómetros de ancho, con una superficie aproximada de 480 kilómetros cuadrados. Pedro Karin Serrato Álvarez, 2020, p. 3.



sudoeste na margem direita, o que sugere que os outros dois braços localizados no lado oposto na margem esquerda, com o tempo podem sedimentar totalmente, e, possivelmente deixa de existir. Diante deste quadro de poluição dos canais fluviais, do lençol freático e de redução da vazão dos rios no período de estiagem cada vez mais constantes nesta região, torna-se cada vez mais complexa e desafiadora a gestão das águas frente aos problemas presentes e futuros.

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na bacia Amazônica enfrenta diversos desafios em função de sua heterogeneidade de aspectos naturais, sociais e econômicos. Os acordos multilaterais e bilaterais firmados pelos países na região Amazônica por meio OTCA, encontram dificuldades de articulação interinstitucional na implantação de políticas territoriais e hidrográficas comuns. Embora avanços tenham sido realizados na última década quanto a normatização de políticas nacionais de gestão dos recursos naturais, pouco se avançou nos instrumentos legais de controle, fiscalização e monitoramento da qualidade dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos.

No âmbito nacional os principais entraves de gestão das águas transfronteiriças estão relacionados aos interesses internos distintos dos países envolvidos, a descontinuidade das ações, programas, projetos e os diferentes estágios das normativas legais de gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos, tem contribuído de forma direta e indireta na ineficiente gestão das águas fronteiriças na bacia Amazônica.

Na Colômbia conforme entrevista realizada com o Sr. Oscar Tosse, Coordenador da Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico - DGIRH/MADS, os principais desafios da gestão compartilhada dos recursos naturais nesta região de fronteira Amazônica são: o manejo e proteção dos recursos naturais e sociais das comunidades indígenas e cidadãos; acordar temas políticos e normativos entre os países; apropriar a sociedade como um todo e as instituições locais, e, o compromisso entre os países para disponibilizar os recursos dos projetos.

Um aspecto pouco abordado ainda na gestão compartilhada dos recursos hídricos da bacia Amazônica em território brasileiro é a preservação da água nas nascentes do rio Negro na Colômbia e do rio Solimões no Peru, uma vez que as maiores vazões destes rios ocorrem na região norte do Brasil, nas bacias do rio Negro

e Solimões. Para Ribeiro, Bermúdez e Leal (2015, p. 2) verificou-se que 34% das águas do Brasil provem de outros países, enquanto na Colômbia estas correspondem apenas a 1%. Já a quantidade de água que sai do Brasil é de 6%, enquanto na Colômbia esse valor é de 50%. Diante desses resultados, o Brasil tem um nível médio de dependência hídrica, ao passo que a Colômbia pode ser considerada um país produtor de água.

Ainda segundo estes autores, na Colômbia o desenvolvimento urbano, industrial, agroindustrial e a pequena e média agricultura do país desenvolvem-se, principalmente nas cordilheiras, justamente onde se encontram, também, as nascentes de quase todos os principais rios do país, fato que gera conflitos de uso e forte pressão sobre os recursos hídricos.

Na escala local esta região fronteira nas cidades de Tabatinga e Leticia enfrenta desafios na desarticulação das políticas internas nos seus instrumentos de controle e fiscalização, assim como nas normativas de uso do solo e na gestão da água nos rios e canais fluviais urbanos em território brasileiro e colombiano. Neste sentido, conforme Ribeiro, Bermúdez e Leal (2015, p. 5-6) analisa como têm ocorrido os efeitos da gestão específica dos recursos hídricos na escala dos municípios no Brasil:

A especialização da gestão de recursos hídricos em um sistema próprio constitui um avanço. Porém, deve-se ressaltar que a lei, ao prever a criação de agências de bacia hidrográfica como órgãos executores da política de recursos hídricos, permitiu a instituição de um órgão com competências semelhantes às dos municípios, pois a esses últimos compete à gestão do território municipal. Sendo assim, ressalta-se que o desafio posto é encontrar mecanismos que possibilitem a integração das ações da gestão de meio ambiente com o gerenciamento de recursos hídricos, tendo em vista que todas as ações a serem implementadas para a melhoria da quantidade e da qualidade da água terão que ser realizadas no território municipal.

Embora os problemas territoriais e hidrográficos sejam os mesmos enfrentados nestes países a soberania institucional dificulta a gestão integral dos recursos hídricos transfronteiriços das bacias hidrográficas, que têm seus limites naturais estabelecidos em mais de um país. As dimensões naturais dos sistemas hídricos da Amazônia demandam de novas formas de gestão compartilhada dos rios, lagos e igarapés.

Isso implica no momento atual fomentar uma gestão articulada e descentralizada com os diversos atores institucionais, privados e da sociedade civil, que estão inseridos nesta unidade hidrográfica de planejamento comum utilizada no

Brasil e na Colômbia. Neste contexto, para Silva, Assumpção e Kligerman (2020, p. 255) discorre:

[...] o território não se resume a uma estratégia político-militar em uma perspectiva geopolítica. O carácter transnacional dos desafios ambientais significa dizer que nenhum país está imune as suas consequências, ainda quando não tenha um papel protagonista na gênese destes, como por exemplo, as mudanças climáticas, as condições hídricas e de saneamento.

Outro desafio para a governabilidade da água é estabelecer mecanismos de monitoramento da qualidade da água para os diversos tipos de uso e de interesses internos e externos desta região, frente as demandas atuais de uso dos recursos hídricos na bacia Amazônica, ainda incipientes, na perspectiva “atual de desenvolvimento da região”.

Segundo Bouguerra (2004, p. 122), para a realidade dos países subdesenvolvidos é notório, que a pobreza tem suas origens ligadas diretamente à falta de água e dos serviços sanitários, onde a água é escassa, vingam a pobreza e a miséria. Sendo assim, é preciso considerar esse dado quando se evoca a “crise de água”.

Além disso, conforme este autor, uma das principais causas da escassez de água no mundo está relacionado a má gestão, uma vez que quantidade de água é, desde os primórdios, limitada na superfície terrestre em função das características naturais dos continentes, países e regiões. Nesta perspectiva, Bouguerra (2004, p. 129) se posiciona:

Precisamos chegar a “uma sociedade econômica em água” seja para nosso próprio interesse, obviamente, como para o das gerações futuras e dos seres vivos em sua totalidade. A água coloca, portanto, uma verdadeira questão para a sociedade e mostra que, fora do desenvolvimento durável – ou melhor, do ecodesenvolvimento –, não há salvação, principalmente porque nossa saúde e nosso bem-estar dependem desse precioso recurso.

O modelo de crescimento urbano vigente até o presente momento nestas cidades sem qualquer tipo de planejamento, fiscalização e monitoramento dos corpos hídricos tem intensificado os impactos socioambientais nos canais fluviais urbanos, tanto nas áreas já consolidadas, como nas áreas de expansão urbana.

A atuação dos atores institucionais desde a esfera nacional até local operam, ainda, de forma desarticulada e incipiente em relação aos problemas ambientais locais.

Essa desarticulação nos parece proposital na medida em que ainda se detêm pouca importância a qualidade da água em detrimento a quantidade disponível, e, de normativas legais ausentes ou aplicadas de forma tímida, no sentido de uma falsa lógica de abundância permanente de água disponível para os diversos usos da sociedade.

Sendo assim, tanto no Brasil como na Colômbia nesta região de fronteira sofre com a má qualidade da água, que é fornecida para a maioria da população. Contudo, alguns projetos estão em andamento, conforme entrevista realizada com o Sr. Juan Carlos Bernal Leal, serão construídos em Letícia duas Estações de Tratamento de Efluentes, uma na área urbana e outra na área rural. Além disso, está previsto a implantação de sistemas de monitoramento para proteção da água, da fauna e da flora.

Em Tabatinga, conforme o Sr. Cleudson Rodrigues Gomes, a aprovação do novo Marco do Saneamento Básico<sup>139</sup> a médio e longo prazo pode contribuir com a redução da poluição das águas nos igarapés na cidade. Foi aprovado também o projeto “Água viva: preservação e caracterização socioambiental dos igarapés da cidade de Tabatinga - Amazonas<sup>140</sup>”, da SEMAT com financiamento do Fundo Estadual de Meio Ambiente do Amazonas – FEMA, para mapear os canais de drenagem urbanos e identificar os problemas existentes, previsto para 2023.

A articulação institucional descentralizada e a participação da sociedade civil são fundamentais no processo de gestão de uma política urbana, que leve em consideração a conservação e/ou preservação tanto os aspectos naturais como sociais. Na Amazônia internacional e nos “Amazonas” brasileiro e colombiano, nesta região fronteira das cidades de Tabatinga e Letícia o planejamento e gerenciamento dos recursos naturais e da água são indispensáveis para a manutenção do estilo de vida amazônico, e, conseqüentemente para o desenvolvimento sustentado do ambiente nesta região.

---

<sup>139</sup> Lei n. 14.026 de 15 de julho de 2020, criou um arcabouço legal, administrativo e regulatório para que todas as esferas de Governo (federal, estadual e municipal), os órgãos da Administração Pública e a sociedade civil somem esforços para universalizar o acesso e a efetiva prestação do serviço público de saneamento básico. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/saneamento/>. Acesso em: 28/04/2023.

<sup>140</sup> Plano de trabalho disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/projetos-aprovados-fema/>. Acesso em: 07/06/2023.

## CONCLUSÕES

As cidades de Tabatinga e Letícia se tornaram nos últimos anos, pólos de atração de migrantes das cidades do entorno, em função da concentração dos serviços disponibilizados de educação, saúde, comércios, dentre outros serviços oferecidos a população. Todavia, ao longo do tempo o crescimento destas cidades tem ocorrido sem qualquer tipo de planejamento de uso e ocupação do solo urbano.

Neste contexto, a ocupação das Áreas de Preservação Permanente e a degradação dos canais fluviais urbanos são o *locus* visível da ausente ação dos atores institucionais, em promover o controle, fiscalização e monitoramento para aplicação das normativas legais vigentes, e, até mesmo incentivar de forma indireta, por meio de políticas públicas adotadas de ocupação do solo áreas de proteção ambiental asseguradas pela legislação ambiental.

No que diz respeito a gestão das águas fronteiriças nessa região as normativas nacionais ainda são incipientes, ainda que os problemas sejam os mesmos compartilhados no Brasil e na Colômbia. A desarticulação das normativas internas nas esferas nacional, estadual e municipal, os diferentes estágios de desenvolvimento e interesses distintos de cada país, são alguns dos entraves para o gerenciamento e o planejamento dos recursos hídricos na escala regional e local.

Além da desarticulação institucional implícita nas normativas legais dos países, as questões de soberania territorial e as influências de agentes externos por meio de financiamentos, programas e ações na bacia Amazônica, podem ser *a posteriori*, incompatíveis com o desenvolvimento sustentado desta região a médio e longo prazos. A gestão compartilhada dos recursos hídricos transfronteiriços nas bacias hidrográficas que têm sua extensão dividida com outro país e/ou países, fica impossibilitada, naturalmente de promover integralmente de montante a jusante o gerenciamento da água, pois o equilíbrio deste ecossistema hídrico interage de forma articulada desde sua nascente a até o seu exutório.

Os agentes externos por meio de ações implícitas vêm contribuindo de forma direta em conflitos, devido aos interesses distintos de uso das águas em relação as demandas da sociedade local. Essas ações se materializam nas obras de infraestrutura

para construção de hidrelétricas e bases de exploração de petróleo e gás natural na Amazônica internacional e a riqueza produzida por estes empreendimentos são incompatíveis com a condição de vida da maioria da população, que vive em condições precárias de saúde, educação, dentre outras condições básicas de sobrevivência.

Diante deste fato, nos parece proposital em nossa perspectiva que a ausência de controle, monitoramento e fiscalização do manancial hídrico superficial e subterrâneo nos estados “dos Amazonas” brasileiro e colombiano, sejam justificadas em função da baixa densidade populacional e as demandas de água, sejam muito “superiores a necessidade regional e local nos municípios”. Embora o que de fato venha acontecendo nos últimos anos, especificamente nas cidades de Tabatinga e Letícia, são condições incipientes de infraestrutura de captação, tratamento e distribuição de água tratada, que atenda em quantidade e qualidade as demandas da desta região.

A cada ano a degradação contínua das águas dos rios e canais fluviais urbanos desta área fronteiriça impõe uma estrutura cada vez mais especializada de potabilização da água, uma vez que a ausente e/ou ineficiente infraestrutura de saneamento básico dos efluentes líquidos e dos resíduos sólidos produzidos, são lançados nos corpos hídricos sem qualquer tipo de tratamento.

Nas análises físico-químicas e microbiológicas realizadas das condições de qualidade das águas superficiais nas cidades de Tabatinga e Letícia nas bacias urbanas do São Francisco, Matadero, Simón Bolívar e Paraíso, indicam em alguns pontos analisados a poluição dos canais de drenagem, mesmo quando os parâmetros utilizados sejam comparados aos parâmetros de referência nacional. E quando comparados as pesquisas e estudos regionais e locais a situação ainda é mais agravante. Nestas análises, também, foi possível identificar por meio dos parâmetros ambientais investigados, que a degradação dos canais fluviais ocorre com a mesma intensidade tanto nas áreas consolidadas como nas áreas em processo de expansão urbana.

Além das condições de qualidade da água, os processos de assoreamento neste trecho do rio Amazonas/Solimões na margem esquerda nos últimos anos têm se intensificado, reduzindo a cada ano substancialmente a quantidade de água em superfície.

Algumas reflexões abordadas nesta tese podem ser indicadas como fatores para ausência e/ou ineficiente gestão da água nesta região da bacia Amazônica. A primeira é a visão equivocada da “abundância quantitativa de água” disponível para os diversos usos da sociedade no “futuro” frente as demandas atuais. A segunda está atrelada a grande vazão dos rios desta bacia pela capacidade de autodepuração das águas residuais lançadas sem tratamento. Todavia, essa visão simplista não leva em consideração a redução dos índices de qualidade da água no período da vazante/seca, que tem duração média de 4 meses do ano, assim como o desenvolvimento socioeconômico, o crescimento demográfico e as demandas por recursos naturais das cidades na Amazônia a médio e longo prazo.

O desafio parece claro estar mais vinculado a gestão eficiente da água, no que diz respeito a sua qualidade. Essa qualidade perpassa por ações estruturantes na escala nacional por meio das políticas ambientais e de recursos hídricos até a escala local de gerenciamento e planejamento territorial-hidrográfico articulados nos planos diretores municipais.

A região Amazônica em função de suas características naturais heterogêneas imprime uma gestão dos seus recursos naturais de forma local e ao mesmo tempo coordenada nas esferas nacional e regional cada vez mais articuladas e integradas frente ao gerenciamento dos problemas socioambientais vigentes, assim como um planejamento sustentado a partir das condições locais e regionais cada vez mais particularizados.

Sendo assim, é importante analisar as diferentes escalas e interfaces de gestão das águas na Amazônia, pois sua lógica de gerenciamento e planejamento ultrapassa critérios e ordenamentos até o momento ineficientes frente aos problemas socioambientais explicitados nesta região. Pode-se inferir nesta perspectiva, que o planejamento territorial das cidades de Tabatinga e Leticia poderá ser implementado nos planos de ordenamento dos municípios a partir de seus rios e igarapés, uma vez que o desenvolvimento social e econômico nesta fronteira está integrado, diretamente ao regime sazonal das águas e as condições de quantidade e qualidade deste ecossistema hidrográfico.

## REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. **Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana**. Revista O Social em Questão, Rio de Janeiro, Ano XVIII, n. 33, p. 57-68, 2015. Disponível em: [https://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ\\_33\\_1\\_Acserald.pdf](https://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_33_1_Acserald.pdf). Acesso em: 03/10/2020.

ALBUQUERQUE, A. R. (org.). **Contribuições teórico-metodológica da geografia física**. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 2010. 290 p.

ALIEVI, A. A. **Bacia hidrográfica enquanto recorte espacial e analítico em geografia da saúde: hidrogeoquímica e saúde coletiva na bacia do rio Pirapó/PR**. 2017. 225f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Londrina/PR, 2017.

ÁLVAREZ, P. K. S. **Estudio geomorfológico y de la dinámica fluvial del río Amazonas mediante un análisis multitemporal**. ResearchGate, 2020. 34 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/344409411>. Acesso em: 30/07/2021.

ALVES, F. D.; SILVEIRA, V. C. P. **A metodologia sistêmica na geografia agrária: um estudo sobre a territorialização dos assentamentos rurais**. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 125-137, 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9282/5711>. Acesso em: 02 de julho 2019.

ALVES, J. E. D.; MARTINE, G. **Panorama das dinâmicas social e demográfica no Brasil no início do século XXI**. In: População, espaço e sustentabilidade: contribuições para o desenvolvimento do Brasil. Rio de Janeiro: ENCE, 2015. p. 203-229. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94508.pdf>. Acesso em: 25/09/2021.

ALVES, L. M. *et al.* **Assessment of rainfall variability and future change in Brazil across multiple timescales**. International Journal of Climatology, v. 41, p. 1875-1888, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1002/joc.6818>. Acesso em: 06/03/2022.

AMAZONAS. **Decreto n. 2.940, de 30 de dezembro de 2004**. Modifica dispositivos da Lei 2.712, de 28 de dezembro de 2001, que disciplina a Política Estadual de recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/legislacao-2/>. Acesso em: 20/02/2020.

AMAZONAS. **Decreto n. 28.678, de 16 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei n. 3.167, de 27 de agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política



Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/legislacao-2/>. Acesso em: 20/02/2020.

AMAZONAS. **Decreto n. 37.412, de 25 de novembro de 2016**. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Puraquequara e dá outras providências. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2016/11/decreto-CBHP-PURAUQUEQUARA.pdf>. Acesso em: 20/08/2022.

AMAZONAS. **Lei n. 2.713, de 28 de dezembro de 2001**. Disciplina a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelece o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/legislacao-2/>. Acesso em: 20/02/2020.

AMAZONAS. **Lei n. 3.167, de 28 de agosto de 2007**. Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/legislacao-2/>. Acesso em: 20/02/2020.

AMAZONAS. **Plano estadual de Recursos hídricos do Estado do Amazonas: PERH/AM**. Resumo executivo. Manaus, AM: Secretaria do Meio Ambiente do Amazonas, 2020.106 p. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/plano-estadual-de-recursos-hidricos/>. Acesso em: 17/06/2021.

AMAZONAS. **Resolução CERH-AM n. 03, de 21 de setembro de 2016**. Dispõe sobre a divisão do estado do Amazonas em nove regiões hidrográficas, para fins de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/legislacao-2/>. Acesso em: 03/07/2021.

AMAZON COOPERATION TREATY ORGANIZATION. ACTO. **Amazon waters: 10 research projects on the world's largest river basin** / Amazon Cooperation Treaty Organization. Brasília, DF, 2017. 108 p. Disponível em: <https://otca.org/en/project/amazon-waters-10-research-projects-on-the-worlds-largest-river-basin/>. Acesso em: 15/04/2020.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA **Standard methods of the experimenation of Water and Wasterwater**. 21st Edition. New York, 2005. 541 p. Disponível em: <https://www.wef.org/about/about-wef/>. Acesso em: 30/05/2019.

ANTUNES, C. M. M. *et al.* **Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. n. 32, p. 75-87, 2014. Disponível em: [https://index.php/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/250/205](https://index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/250/205). Acesso em: 18/09/2019.

ARCOS, A. N.; CUNHA, H. B.; SILVA, M. S. R. **Avaliação do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de praias do rio Negro, Manaus – AM**. In: FERREIRA, S. J. F.; SILVA, M. L.; PASCOALOTO, D. (org.). Amazônia das águas:

qualidade, ecologia e educação ambiental. Manaus: Editora Valer/Fapeam/Inpa, 2016. p. 69-89.

ARIAS, A. M. A.; ALCEGA, S. S. **Delimitación, manejo, y conservación de las aguas transfronterizas de la colombiana.** In: IRUJO, A. E.; GÁRCIA, M. P. Reflexiones sobre el Derecho de Aguas en Colombia. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2016. p. 251-284.

ARTAXO, P. **Uma nova era geológica em nosso planeta: o antropoceno?** Revista USP, São Paulo, n. 103, p. 13-24, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p13-24>. Acesso em: 17/08/2020.

ATAÍDE, L. **Tabatinga: Crônicas fronteiriças.** Bogotá, D.C. Editorial Gente Nueva, 2015. 110 p.

BAKKER, M. H. N.; DUNCAN, J. A. **Future bottlenecks in international river basins: where transboundary institutions, population growth and hydrological variability intersect.** Water International, v. 42, n. 4, p. 400-424, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1331412>. Acesso em: 10/11/2021.

BARBOSA, A. L. **Pequeno Vocabulário Tupi-Português.** Rio de Janeiro: Livraria São José, 1951. 202 p.

BECKER, B. K. **Inserção da Amazônia na geopolítica da água.** In: ARAGÓN, L. E.; CLUSENER-GODT, M. Problemática do uso local e global da água da Amazônia. Belém: NAEA, 2003. p. 273-298.

BENTES, V. S.; ALMEIDA NETO, G. W.; MESCHEDE, M. S. C. **Qualidade da água utilizada para consumo humano proveniente do Aquífero Alter do Chão em Santarém (Oeste do Pará) e sua relação com a saúde pública.** Geochimica Brasiliensis, v. 34, n. 1, p. 101-109, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21715/GB2358-2812.2020341101>. Acesso em: 30/04/2023.

BOELEN, R. *et al.* **Hydrosocial territories: a political ecology perspective.** Water International, v. 41, n. 1, p. 41-14, 2016. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1080/02508060.2016.1134898>. Acesso em: 24/08/2022.

BOUGUERRA, M. L. **As batalhas da água: por um bem comum da humanidade.** Tradução de João Batista Kreuch. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. 238 p.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica.** In: GUERRA, A. J. T. *et al.* (org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 269-300.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental.** In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org.). Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 153-192.

BOTELHO, R. G. M. **Bacias hidrográficas urbanas**. In: GUERRA, A. J. T. (org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano, 2021**. Brasília: ANA, 2021. 332 p. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em: 30/10/2021.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2021**. [Acesso Online]. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>. Acesso em: 02/02/2022.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura de recursos hídricos no Brasil 2020: Informe Anual**. Brasília: ANA. 118 p. Disponível em: <https://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 25/02/2021.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura de recursos hídricos no Brasil 2018: qualidade das águas superficiais**. Brasília: ANA. 167 p. Disponível em: [http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura\\_completo.27432e70.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf). Acesso em: 25/01/2019.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014**. Brasília: ANA, 2015. 105 p. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dosrecursoshidricos/informes2014.pdf>. Acesso em: 25/02/2019.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, SPR, 2005. 176 p. Disponível em: [https://www.potal.pnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA\\_DA\\_QUALIDADE\\_DAS\\_AGUAS.pdf](https://www.potal.pnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf). Acesso em: 23/06/2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 30/04/2019.

BRASIL. Decreto n. 24.643, de 10 de julho 1934. **Código das águas**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm). Acesso em: 30/06/2020.

BRASIL. **Decreto n. 63.951, de 31 de dezembro de 1968**. Estrutura básica do Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-63951-31-dezembro-1968-405475-publicacao-1-pe.html>. Acesso em: 28/04/2020.

BRASIL. Lei n.12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a vegetação nativa e dá outras providências**. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/codigoFlorestal>. Acesso em: 27/02/2018.

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de Julho de 2001. **Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso em: 15/01/2019.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Política nacional de recursos hídricos e sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm). Acesso em: 20/09/2020.

BRASIL. Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9984.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm). Acesso em: 20/09/2020.

BRASIL. **Lei n. 4.904, de 17 de dezembro de 1965.** Organização do Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto-lei/1965-1988/Del0231.htm>. Acesso em: 05/07/2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano nacional de saneamento básico – PLANSAB, relatório de avaliação anual de 2019, 2021.** 141 p. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/ptbr/assuntos/saneamento/plansab/RELATRIODEAVALIAOANUALDOPLANSAB20192.pdf>. Acesso em: 04/09/2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Proposta de reestruturação do programa de desenvolvimento da faixa de fronteira.** Brasília, 2005, 418 p. Disponível em: <https://www.retis.igeo.ufrj.br/wp-content/uploads/2005-livro-PDF.pdf>. Acesso em: 05/11/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Portaria n. 888, de 04 de maio de 2021.** Disponível em: [https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-\\*321540185](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-*321540185). Acesso em: 10/10/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Disponível em: <https://www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/110982-2914.html>. Acesso em: 02/03/2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Brasília: Funasa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/491/06%20-%20Manual%20de%20controle%20da%20qualidade%20da%20água%20para%20téc>

[nicos%20que%20trabalham%20em%20ETAS%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#). Acesso em: 18/07/2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução n. 30, de 11 de dezembro de 2002**. Adotar, para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, a metodologia Otto Pfafstetter. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/legislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2030.pdf>. Acesso em: 18/03/2020.

BRITO, J. M. S. *et al.* **Percepção ambiental quanto a qualidade da água utilizada na vila histórica de Caraíva, Porto Seguro – BA**. Revista Brasileira de Geografia Física. n. 14, v. 2, p. 847-868, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249340>. Acesso em: 10/01/2022.

CANTO, A. C. *et al.* **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: mesorregião Alto Solimões**. Associação para o Desenvolvimento Agro Sustentável do Alto Solimões. Manaus: AGROSOL, 2011. 172 p.

CAPON, S. J.; KOSTER, B. S.; BUNN, S. E. **Future of freshwater ecosystems in a 1.5°C Warmer World**. *Frontiers in Environmental Science*, v. 9, p. 784642, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.784642>. Acesso em: 15/07/2021.

CARDANO, M. **Manual de pesquisa qualitativa: a contribuição da teoria da argumentação**. Tradução de Elisabeth da Rosa Conill. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2017. 371 p.

CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geografia e os riscos socioambientais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 207 p.

CARRASCAL, G. J. H. **Análisis crítico del ordenamiento territorial y ambiental en Colombia**. In: MORA, E. V., (org) Medio Ambiente y ordenación del territorio. Bogotá: María del Pilar García Pachón, Universidad Externado de Colombia, 2017. p. 95-118.

CASTRO, I. E. **O problema da escala**. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.). *Geografia: conceitos e temas*. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 117-140.

CHINDOY, M. E. G. **Mandatos Nacionales y realidades locales: análisis de la política pública del agua en la frontera Amazónica**. 2016. 263f. Tese (Doutorado em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém/PA, 2016.

CIRILO, J. A. **Crise hídrica: desafios e superação**. Revista da USP, São Paulo, n. 106, p. 45-58, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p45-58>. Acesso em: 07/11/2019.

COLOMBIA. Resolución n. 0957 del 31 de mayo de 2018. **Por la cual se adopta la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones.** Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0957-de-2018/>. Acesso em: 10/10/2022.

COLOMBIA. ALCALDIA DE LETICIA. **Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 “Juntos por una Leticia mejor”, 2020.** 324 p. Documento disponibilizado em formato pdf pela Secretaria de Competitividad, Medio Ambiente y Turismo de Leticia no mês de março de 2022.

COLOMBIA. ALCALDIA DE LETICIA. Decreto 0045/2016. **Por la cual se adopta el plan de desarrollo económico del municipio de Leticia 2016-2019 “pensando em grande”.** Disponible em: [https://alcaldialeticia.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan\\_de\\_Developmento\\_Economico\\_2016\\_-2019.pdf](https://alcaldialeticia.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan_de_Developmento_Economico_2016_-2019.pdf). Acesso em: 25/03/2020.

COLOMBIA. Compañía de Servicios Hidrogeológicos Integrales – SHI SAS. **Avaliação hidrogeológica de vulnerabilidade e de risco para o desenvolvimento de políticas de proteção e uso das águas subterrâneas para a região transfronteiriça de Leticia (Colômbia) e Tabatinga (Brasil).** OTCA-GEF/Cuenca Amazónica, Medellín, agosto de 2022, p. 58. Documento disponibilizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tabatinga em pdf. Informe de registro do projeto, disponível em: <https://shi-colombia.com/hidrogeologia/#>. Acesso em: 25/10/2022.

COLOMBIA. **Constitución política de colombia 1991.** Disponible em: <https://normativa.archivogeneral.gov.co/constitucion-politica-1991/?pdf=28>. Acesso em: 20/04/2020.

COLOMBIA. **Decreto 2245 del 31 de mayo de 2017.** Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al decreto 1076 de 2015, decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/normativa-ronda-hidrica/>. Acesso em: 10 out. 2022.

COLOMBIA. Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. **Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición.** Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1076-de-2015/>. Acesso em: 10/10/2022.

COLOMBIA. Decreto 1323 del 19 de abril de 2007. **Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico, SIRH.** Disponible em: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1862277>. Acesso em: 02/03/2022.

COLOMBIA. Decreto N° 1575 de 9 de mayo de 2007. **Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.** Disponible

em: <https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico>. Acceso em: 30/08/2019.

COLOMBIA. **Decreto 1594 del 26 de junio de 1984**. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Disponible em: [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=18617](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=18617). Acceso em: 10/09/2022.

COLOMBIA. Decreto 1640 del 02 de agosto de 2012. **Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos y se dictan otras disposiciones**. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1640-de-2012/>. Acceso em: 08/08/2022.

COLOMBIA. Decreto 2245 del 29 de diciembre de 2017. **Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al decreto 1076 de 2015, decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas**. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/normativa-ronda-hidrica/>. Acceso em: 10/10/2022.

COLOMBIA. Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974. **Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente**. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>. Acceso em: 08/06/2022.

COLOMBIA. **Ley 388 del 18 de julio de 1997**. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-388-1997.pdf>. Acceso em: 05/08/2021.

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. **Informe nacional de calidad del agua para consumo humano 2021**. Bogotá: Colombia, 2023. 147 p. Disponible em: <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2021.pdf>. Acceso em: 17/02/2023.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. **Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico**. Bogotá, D.C.: Colombia, 2010. 124 p. Disponible em: <https://www.minambiente.gov.co/wpcontent/uploads/2021/11/Politica-Nacional-para-la-Gestion-Integral-del-Recurso-Hidrico.pdf>. Acceso em: 10/03/2019.

COLOMBIA. Resolución n. 0957 del 31 de mayo de 2018. **Por la cual se adopta la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones**. Disponible em:

<https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0957-de-2018/>.  
Acesso em: 10/10/2022.

COLOMBIA. Resolución n. 0330 del 08 de junio de 2017. **Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico – RAS.** Disponible em: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0330-2017.pdf>. Acesso em: 30/08/2019.

COLOMBIA. Resolución n. 2115 del 22 de junio de 2007. **Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.** Disponible em: [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Leislación del agua/Resolución 2115.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Leislación%20del%20agua/Resolución%202115.pdf). Acesso em: 30/08/2019.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. CONAMA Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.** Disponible em: <https://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10/02/2017.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO. CORPONARIÑO **Plan Binacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico de las cuencas transfronterizas Carchi-Guáitara, Mira y Mataje, Colombia y Ecuador.** Documento impreso. Pasto: Departamento de la Nariño, 2017. 48 p.

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA. CORPOAMAZONIA – Sede Principal Mocoa, Putumayo: **Plan de Acción Intitucional 2012-2015 “Amazonia, un compromiso ambiental para incluir”.** Disponible em: [https://corpoamazonia.gov.co/files/Planes/PAT/Plan de Accion 2012-2015.pdf](https://corpoamazonia.gov.co/files/Planes/PAT/Plan%20de%20Accion%202012-2015.pdf). Acesso em: 24/07/2022.

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA. CORPOAMAZONIA – Sede Territorial Leticia, Amazonas: **Plan de manejo ambiental del sistema hídrico San Antonio del municipio de Leticia, Departamento de Amazonas, 2016.** Disponible em: <http://www.corpoamazonia.gov.co/>. Acesso em: 24/07/2019.

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA. CORPOAMAZONIA – Sede Territorial Leticia, Amazonas: **Resolución 1401 del 31 de octubre de 2016** “Por medio de la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca de la quebrada Yahuaraca, en el Leticia (Amazonas)”. Documento impreso. Leticia: Departamento de lo Amazonas, 2016. 10 p.

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA. CORPOAMAZONIA – Sede Territorial Leticia, Amazonas: **Plan de Manejo Ambiental de la Quebrada Yahuaraca de Leticia, Departamento de Amazonas.** Documento impreso. Leticia: Departamento de lo Amazonas, 2014. 381 p.



COSME, C. M. **O fetiche do progresso tecnológico desmancha-se em face do aprofundamento da questão agrária no campo brasileiro: a destruição da vida revelada nos conflitos pela Água em 2019.** In: CANUTO, A.; LUZ, C. R. S.; SANTOS, P. C. M. (Coord.). *Conflitos no campo: Brasil, 2019*. Goiânia: CPT Nacional, 2020. p. 136-144. Disponível em: <https://www.cptnacional.org.br/downloads?task=download.send&id=14195&catid=41&m=0>. Acesso em: 17/04/2021.

COSTA, L. M. S. A. (org.). **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley. Ed. PROURB, 2006. 190 p.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N.; GUERRA, A. J. Teixeira. **Política e gestão ambiental.** In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 43-79.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. DANE **Censo nacional de población y vivienda, 2018.** Disponível em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>. Acesso em: 04/05/2019.

DIAMANTINI, E. *et al.* **Driver detection of water quality trends trhee large European river basins.** *Science of the Total Environment*, v. 612, p. 49-62, 2018. Disponível em: <https://ww.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971732171X>. Acesso em: 13/01/2021.

D'ISEP. C. F. M. **Água juridicamente sustentável.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2010. 317 p.

DÍAZ-MARTÍNEZ, J. A.; GRANADA-TORRES, C. A. **Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia.** *Revista de la Facultad de Medicina*, v. 66, n. 1, p. 45-52, 2018. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/59728>. Acesso em: 20/02/2023.

DOMÍNGUEZ, C. **Importância dos rios no sistema de transporte da Amazônia.** In: ARAGÓN, L. E.; CLUSENER-GODT, M. *Problemática do uso local e global da água da Amazônia*. Belém: NAEA, 2003. p. 161-190.

DOURADO JR, O. C. **Água na Amazônia: gestão de recursos hídricos nos países da bacia Amazônica.** Curitiba, Juruá, 2014. 228p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA **Mapa de solos do brasil.** 5. ed., Brasília-DF, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.gov.br/solos>. Acesso em: 20/05/2019.

EMPINOTTI, V. L. *et al.* **Desafios de governança da água: conceito de territórios hidrossociais e arranjos institucionais.** *Estudos Avançados - USP*, São Paulo, v. 35,

nº 102, p.177-192, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.011>. Acesso em: 10/09/2022.

ESCOBAR, G. (org.). FEDERACIÓN IBEROAMERICANA DE OMBUDSMAN. XII Informe sobre Derechos Humanos. **Derecho al Água**. Madri: Trama editorial, 2015. 535 p.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

EUZÉBIO, E. F. **La porosidad territorial en la frontera de la amazonía: las ciudades gemelas tabatinga (Brasil) y leticia (Colombia)**. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, v. 23, n. 1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v23n1.34851>. Acesso em: 23/05/2019.

FARIA, A. C. V.; DINIZ, A. M. G.; AMORIM FILHO, O. B. **A formação da fronteira entre brasil e venezuela: aspectos históricos e relações bilaterais contemporâneas**. In: LIMA, M. C.; BOTÍA, C. G. Z.; LYRA JÚNIOR, A. A. Governabilidade e Fronteira: os desafios amazônicos. Boa Vista: Editora da UFRR, 2012. p. 45-68.

FERREIRA, A. R. A. S. **Gestão de recursos hídricos no estado do Amazonas: uma análise comparativa**. 2008. 116f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Programa de Mestrado Interinstitucional de Administração Pública – MINTER da Fundação Getúlio Vargas e Universidade do Estado do Amazonas, Rio de Janeiro/RJ, 2008.

FILHO, W. L. *et al.* **Understanding responses to climate-related water scarcity in africa**. Science of The Total Environment, v. 806, n 1, p. 150420, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150420>. Acesso em: 20/12/2021.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FRANKEN, W. K.; VITAL, A. R. **Monitoramento físico-químico de três igarapés, após 13 anos de uso múltiplo do solo da Amazônia central**. In: FERREIRA, S. J. F.; SILVA, M. L.; PASCOALOTO, D. (org.). Amazônia das águas: qualidade, ecologia e educação ambiental. Manaus: Editora Valer/Fapeam/Inpa, 2016. p. 15-31

GARCIA, J. M. *et al.* **Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos**. Revista Sociedade e Natureza: Uberlândia, Minas Gerais. v. 30, n. 1, p. 228-254, 2018. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-10>. Acesso em: 20/04/2020.

GOES, M. H. B. *et al.* **Geoprocessamento Aplicado ao Mapeamento e Análise Geomorfológica de Áreas Urbanas**. In: SILVA, J. X. e ZAIDAN, R. T. (org.). Geoprocessamento & Meio Ambiente. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p. 167-199.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP. GWP **Integrated Urban Water Management**. By Akiça Bahri in Global Water Partnership Technical Committee - TEC, n. 16, 2012. 86 p. Disponível em: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/16-integrated-urban-water-management-2012.pdf>. Acesso em: 30/09/2021.

GOUDIE, A. **The human impact in geomorphology – 50 years of change**. *Geomorphology*, v. 366, p. 106601, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.12.002>. Acesso em: 10/01/2022.

GUERRERO-BOLAÑO, F.; MANJARRÉS-HERNÁNDEZ, A.; NÚÑEZ-PADILLA, N. **Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul (Cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua**. *Acta Biológica Colombiana*, v. 8, n. 2, p. 43–55, 2003. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/26670>. Acesso em: 03/03/2023.

HUANG, Z.; YUAN, X.; LIU, X. **The key drivers for the changes in global water scarcity: Water withdrawal versus water availability**. *Journal of Hydrology*, v. 601, p. 126658, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126658>. Acesso em: 20/11/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE: **censo demográfico 2010 e estimativa da população em 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades>. Acesso em: 24/06/2022.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. IDEAM **estudio nacional del agua 2022**. Bogotá: Ideam, 2023. 464 p. Disponível em: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/024011/024011.pdf>. Acesso em: 10/04/2023.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. IDEAM **estudio nacional del agua 2018**. Bogotá: Ideam, 2019. 452 p. Disponível em: [https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/ENA\\_2018.pdf](https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/ENA_2018.pdf). Acesso em: 13/03/2021.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. IDEAM **zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, 2013**. Disponível em: <https://www.ideam.gov.co/documents/14691/15009/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf/0ab5f6f1-1a08-4856-af65-9f5d84d29913>. Acesso em: 03/04/2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET **Dados meteorológicos do clima: temperatura média**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmax>. Acesso em: 15/05/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE **Dados de satélite:** Catálogo de imagens LANDSAT. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 20/06/2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC **Land-Climate interactions.** *In:* Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, v. 6, 2019. 118p. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/07/05\\_Chapter-2-V6.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/07/05_Chapter-2-V6.pdf). Acesso em: 02/02/2022.

IRUJO, A. E.; PINZÓN, G. L. A. **La planificación hidrológica em Colombia,** *In:* IRUJU, A. E.; GÁRCIA, M. P. Reflexiones sobre el Derecho de Aguas en Colombia. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2016. p. 103-171

JACOBI, P. R.; **Governança da água no Brasil.** *In:* RIBEIRO, W. C.(org.). Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; Fapesp; CNPq, 2009. p. 35-59.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. **A bacia hidrográfica: compreendendo o rio para entender a dinâmica das enchentes e inundações.** *In:* CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. (org.). Geografia e os riscos socioambientais. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 25-43.

LACERDA, L. F. **Diagnóstico socioambiental da tríplice fronteira Amazônica: Brasil, Colômbia, Peru.** São Leopoldo: Casa Leira, 2019. 224 p. Disponível em: <https://www.casaleira.com.br/acervo/olma/diagnostico>. Acesso em: 17/04/2021.

LEITE, G. C. S.; TRINDADE, Saint-Clair C. **Meio técnico-científico informacional e fluidez territorial na Amazônia brasileira.** Boletim Goiano de Geografia, v. 38, n. 3, p. 516-533, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v38i3.56349>. Acesso em: 10/06/2021.

LUNA, J. J. C.; ROTTA, A. C. L. **Diagnóstico y propuesta de optimización de los sistemas de captación y tratamiento de agua potable del acueducto de Leticia- Amazonas.** Trabajo De Grado para obtener el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería Civil de Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D. C., 2019 Disponível em: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23946/1/PROJECT%20GRATUAT%20LETICIA%29.pdf>. Acesso em: 25/08/2021.

MAGALHÃES JR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 688 p.

MAIA, G. M. **qualidade e uso da água na percepção ambiental dos moradores no bairro Santa Rosa, em Tabatinga, Amazonas, Brasil.** 2018. 116f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação

Profissional em Rede Nacional para o Ensino de Ciências Ambientais - PROFCIAMB, Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM, 2018.

MANRIQUE LOSADA, L.; PELÁEZ RODRÍGUEZ, M. **Manual de análisis de calidad de aguas físicos y químicos, 2010.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341713485>. Acesso em: 10/07/2020.

MARCONDES, N. A. V.; BRISOLA, E. M. A. **Análise por triangulação de métodos: um referencial para pesquisas qualitativas.** Revista Univap, São José dos Campos-SP, v. 20, n. 35, p. 201-208, 2014. Disponível em: <https://index.php/revistaunivap/article/view/228/210>. Acesso em: 09/09/2020.

MARENGO, J. A. *et al.* **A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo.** Revista da USP, São Paulo, nº 106, p. 31-44, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44>. Acesso em: 15/12/2019.

MARQUES, E. G. **Plano estadual de recursos hídricos do estado do Amazonas: uma análise dos programas e metas.** 2021. 115f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus/AM, 2021.

MARTIN, A. R. **Fronteiras e nações.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 1994. 90 p.

MARTINE, G. **O lugar do espaço na equação população/meio ambiente.** Revista Brasileira de Estudos da População, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 181-190, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://rebep.emnuvens.com.br/revista/issue/view/41>. Acesso em: 05/11/2021.

MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M. **Riscos híbridos.** *In:* MENDONÇA, F. (org.). **Riscos híbridos: concepções e perspectivas socioambientais.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p. 13-38.

MENDONÇA, F.; CUNHA, F. C. A.; LUIZ, G. C. **Problemática socioambiental urbana.** Revista da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia – ANPEGE, v.12, n.18, p.325-346, especial GT Anpege 2016. Disponível em: [https://laboratorios/latec/arquivos/artigos\\_fabio/3.problematica%20socioambiental%20Urbana.pdf](https://laboratorios/latec/arquivos/artigos_fabio/3.problematica%20socioambiental%20Urbana.pdf). Acesso em: 30/11/2018.

MENDONÇA, F. **Geografia física: ciência humana?** 8. ed. 3. reimpr. São Paulo: Contexto, 2014. 72 p.

MENDONÇA, F. **Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos - a contingência climática.** Mercator, v. 9, n. 1, p.153-163, 2010. Disponível em: <https://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/538>. Acesso em: 15/11/2020.

MENDONÇA, F. **Geografia, geografia física e meio ambiente: uma reflexão a partir da problemática socioambiental urbana.** Revista da Associação Nacional de Pós-

Graduação e Pesquisa em Geografia – ANPEGE, v.5, n. 5, p.123-134, 2009. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6594>. Acesso em: 20/05/2020.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. 8. ed., 1. reimpr. São Paulo: Contexto, 2007. 80 p.

MENDONÇA, F. **riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, p. 139-148, 2004b. Editora UFPR. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/mande/article/view/3102/2483>. Acesso em: 15/04/2019.

MENDONÇA, F. **S.A.U – Sistema ambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade**. In: MENDONÇA, F. (org.). Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: Editora UFPR, 2004a. p. 185-207.

MENESES CAMPO, Y.; CASTRO REBOLLEDO, M. I.; JARAMILLO LONDOÑO, A. M. **Comparación de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/COL. y ABI**. Acta Biológica Colombiana, v. 24, n. 2, p. 299–310, 2019. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/70716>. Acesso em: 18/04/2023.

MIRZAEI, M. *et al.* **Trans-boundary land cover changes and its influences on water crisis: case study of the Aras River**. Applied Geography, v. 124, n.102323, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102323>. Acesso em: 20/11/2020.

MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográfica**. Ilhéus, BA: Editus, 2016. 283 p.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 312 p.

MUNICIPIO DE LETICIA. Acuerdo n. 032 del 14 de noviembre de 2002. **Por el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial municipal, se clasifican y determinan usos del suelo y se establecen los sistemas estructurantes**. Disponível em: [https://www.asocapitales.co/nueva/2021/01/15/leticia\\_acuerdo032\\_pbot\\_2002/](https://www.asocapitales.co/nueva/2021/01/15/leticia_acuerdo032_pbot_2002/). Acesso em: 20/10/2020.

MUNICIPIO DE LETICIA. **Documento de recopilación y analisis de información primaria y secundaria PBOT Leticia – Amazonas, producto 1 e 2**. Documento disponibilizado em pdf. Alcaldía de Leticia, 2018. 165 p. Acesso em: 21/09/2021.

MURPHY, J.; SPRAGUE, L. **Water-quality trends in us rivers: exploring effects from streamflow trends and changes in watershed management**. Science of the Total Environment, v. 656, p. 645-658, 2019. Disponível em: <https://www->

[sciedirect.ez2.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S004896971834612](https://sciedirect.ez2.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S004896971834612).

Acesso em: 20/06/2020

NGUYEN, T. T. *et al.* **A new model framework for sponge city implementation: Emerging challenges and future developments.** Journal of Environmental Management, v. 253, p. 109689, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109689>. Acesso em: 08/06/2021.

NATIONS, United. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420).** New York: United Nations, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em: 04/02/2022.

OCAMPO, J. A (org.). **La gobernanza económica y social y el sistema de las Naciones Unidas.** In: Gobernanza global y desarrollo: Nuevos desafíos y prioridades de la cooperación internacional. 1. ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2015. p. 31-70. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38855/1/GobernanzaGlobalyDesarrollo.pdf>. Acesso em: 20/04/2019.

OLIVEIRA, E. G.; ALBUQUERQUE, A. R. C. **Análise espaço-territorial da bacia do quarenta de 2007 a 2022 na cidade de Manaus – Amazonas.** In: PACHECO, Juliana Thaisa Rodrigues; PACHECO, Mauricio Zadra (org.). Geografia: a superfície do planeta Terra em análise 3. Ponta Grossa, PR: Atena, 2023. p. 8-16.

OLIVEIRA, E. G.; ALBUQUERQUE, A. R. C. **Qualidade da água no arco noroeste da tríplice fronteira amazônica.** In: NOGUEIRA, Amélia Regina Batista; FORTES, Mircia Ribeiro ALBUQUERQUE, Adoréa Rebello da Cunha (org.). Espaços de diálogos em Geografia: para entender lugares e paisagens. Embu das Artes, SP: Alexa Cultural; Manaus, AM: Edua, 2022. p. 53-66.

OLIVEIRA, E. G. *et al.* **Conflitos territoriais em bacias urbanas: estudo de caso da bacia do São Francisco na fronteira Brasil/Colômbia e Peru.** In: PANIAGUA, Cleiseano Emanuel da Silva. (org.). Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 3. 1. ed. Ponta Grossa, PR: Editora Atena, v. 3, 2021. p. 153-159. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3975>. Acesso em: 03/06/2021.

OLIVEIRA, E. G. **Caracterização da qualidade da água nas microbacias hidrográficas na cidade de Tabatinga - AM.** Igapó: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia: Anais de Iniciação Científica. Manaus: IFAM, 2017. Disponível em: <https://www.ifam.edu.br/igapo/>. Acesso em: 15/08/2017. 5 p.

OLIVEIRA, E. G. **Caracterização dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do Espírito Santo/Coari (AM) no período de 1990 a 2010.** 2012. 100f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM, 2012.

ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA. OTCA **Base Jurídica del Tratado de Cooperación Amazónica**. Brasília D.F., 2016, 280 p. Disponível em: <https://octa.org/pt/wp-content/uploads/2021/04/Base-Jurídica-2003-2012.pdf>. Acesso em: 23/04/2019.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. OTCA. **Plano Estratégico 2004-2012**. Brasília D.F., 2004, 77 p. Disponível em: <https://octa.org/pt/wp-content/uploads/2017/04/Plano-Estratégico-2004---2012-.pdf> . 77 p. Acesso em: 20/06/2021.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. OTCA **Programa de Ações Estratégicas, Estratégia Regional para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Amazônica**. Brasília D.F., 2018, 205 p. Disponível em: [https://octa.org/pt/wp-content/uploads/2021/07/PAE\\_amazonas\\_port.pdf](https://octa.org/pt/wp-content/uploads/2021/07/PAE_amazonas_port.pdf). Acesso em: 15/11/2021.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. OTCA **Relatório sobre a situação da qualidade da água na Bacia Amazônica**. Resumo Executivo. Brasília D.F., 2023, 48 p. Disponível em: [https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2023/03/resumo-executivoR7\\_menor.pdf](https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2023/03/resumo-executivoR7_menor.pdf). Acesso em: 15/13/2023.

PELÁEZ RODRÍGUEZ, M.; REMICIO DUQUE, J. H. **Medidas mitigadoras para la recuperacion de la calidad de agua de un río andino – amazónico colombiano**. In: REYES, L. F.; VOLPEDO, A. V.; MARÇAY, M. S. (org.). Evaluación ambiental integral de ecosistemas degradados de Iberoamérica: experiencias positivas y buenas prácticas. Publisher: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – RED CYTED, Buenos Aires, Argentina, diciembre 2014. p. 195-205. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341713563>. Acesso em: 15/01/2022.

PELÁEZ RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA LÓPEZ, H. **Indicadores ambientales de las presiones, estado e impactos en la cuenca del río Hacha (Región andino - Amazonica Colombia)**. In: VOLPEDO, A. V.; REYES, L. F.; BUITRAGO, J. (org.). Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica. Publisher: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – RED CYTED, Buenos Aires, Argentina, diciembre 2011. p. 1-15. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341713175>. Acesso em: 20/10/2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TABATINGA. Lei n. 500 de 31 de dezembro de 2007. **Regulamenta o plano diretor e estabelece diretrizes para o desenvolvimento da cidade de tabatinga e dá outras providências relativas ao planejamento e à gestão do território do município**. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/Tabatinga\\_PlanoDiretorAM.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/Tabatinga_PlanoDiretorAM.pdf). Acesso em: 10/05/2022.

PRUSS-USTUN, A. *et al.* **Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from**



**145 countries.** Trop Med Int Health, v. 19, n. 8, p. 894 - 905, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.12329>. Acesso em: 15/04/2023.

QUADROS, J. R.; SILVA FILHO, E. C. **Direito internacional de águas e soberania: velhas e novas antinomias.** PENSAR - Revista de Ciências Jurídicas, Fortaleza, v. 24, n. 1, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5020/2317-2150.2019.8427>. Acesso em: 10/04/2019.

REBELO, F. **Geografia física e riscos naturais.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010. 215 p.

RIAÑO UMBARILA, E. R; SALAZAR CARDONA, C. A. **Habitar la Amazonia. Ciudades y asentamientos sostenibles.** Bogotá, Colombia: Instituto Amazônico de Investigaciones Científicas - SINCHI, 2018. 64 p.

RIBEIRO, W. C.; **Impasses da governança da água no Brasil.** In: RIBEIRO, W. C.(org.). Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; Fapesp; CNPq, 2009. p. 111-133.

RIBEIRO, C. R.; BERMÚDEZ, Ó. B; LEAL, A. C. **A gestão compartilhada de águas transfronteiriças, brasil e colômbia.** Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 99 - 118, 2015. Disponível em: <https://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/1081>. Acesso em: 05/06/2022.

RÍOS-VILLAMIZAR, E. A. *et al.* **Hydrochemical classification of amazonian rivers: a systematic review and meta-analysis.** Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 21, n. 78, p. 211-226, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/53272>. Acesso em: 22/08/2022.

RIU, A. S.; DONADA, J. T. **Urban planning in riverfront areas. A case study of a mediterranean city: Terrassa (Catalonia, NE Spain).** MISCELLANEA GEOGRAPHICA – Regional Studies on Development, 2015. Disponível em: <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/98968/1/661131.pdf>. Acesso em: 10/08/2017.

ROA, J. A. M. **Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA – como determinantes de licencias, permisos y autorizaciones ambientales. El conflicto entre el desarrollo económico y el ordenamiento ambiental del territorio.** In: MORA, E. V., (org) Medio Ambiente y ordenación del territorio. Bogotá: María del Pilar García Pachón, Universidad Externado de Colombia, 2017. p. 158-193.

ROCHA, E. S. *et al.* **Diagnóstico da qualidade da água do rio Itanhém entre os municípios de Medeiros Neto e Teixeira de Freitas, Bahia.** Revista Brasileira de Geografia Física v. 14, n. 02 (2021) p. 1009-1023. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbpf.v14.2.p1009-1024>. Acesso em: 11/02/2021.

RODRIGUES, C. **Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na metrópole de São Paulo**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 2, p. 325-348, 2015. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.102805>. Acesso em: 28/07/2019.

ROSS, J. L. S. **Bacia hidrográfica: unidade de análise integrada**. In: MORATO, R. G. (org.). Análise integrada em bacias hidrográficas [recurso eletrônico]: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo. São Paulo: FFLCH/USP, 2019. p. 27-43. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/534>. Acesso em: 08/07/2021.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 12. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 85 p.

SALOMÃO, F. X. T.; GUERRA, A. J. T. **Controle e Preservação dos Processos Erosivos**. In: GUERRA, A. J. T. et al. (org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 229-267.

SANT'ANNA, F. M.; VILLAR, P. C. **Gobernanza de las aguas transfronterizas: fragilidades institucionales en América del Sur**. América Latina Hoy, v. 69, 2015, p. 53-74. Ediciones Universidad de Salamanca. Disponível em: <https://doi.org/10.14201/alh2015695374>. Acesso em: 10/05/2019.

SANT'ANNA, F. M. **Governança Multi-Escalar dos recursos hídricos transfronteiriços na Amazônia**. 2013. 307f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade São Paulo, São Paulo/SP, 2013.

SANTOS, A. S.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; FILHO, O. S. **Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS**. Revista Sociedade e Natureza. Uberlândia – MG. v.30, n.2, 2018, p. 23-44. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-2>. Acesso em: 14/06/2019.

SANTOS, M., 1926-2001. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - Edusp, 2020. 176 p.

SANTOS, M. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**. 6. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014b. 136 p.

SANTOS, M., 1926-2001. **Espaço e Método**. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014a. 120 p.

SANTOS, M. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico-científico-informacional**. 5. ed., 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013. 176 p.

SANTOS, M., 1926-2001. **O Brasil território e sociedade no início do século XXI**. 15. ed. Rio de Janeiro: Record, 2011. 475 p.

SANTOS, M. *et al.* **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. 2. ed. Rio de Janeiro: PD&A, 2006. 416 p.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (Amazonas). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas – PERH/AM. **Relatório de Consolidação do PERH/AM**. Realizado pela empresa Magna Engenharia LTDA em setembro de 2019. 234 p. Disponível em: <https://meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/Produto-IV-Consolidação-do-PERH-AM.pdf>. Acesso em: 19/08/2022.

SENHORAS, E. M.; VERAS, A. T. R.; SILVA, P. R. F. **A geografia das relações internacionais de Cidades-Gêmeas: um estudo de caso na zona transfronteiriça Brasi-Guiana**. *In*: LIMA, M. C.; BOTÍA, C. G. Z.; LYRA JÚNIOR, A. A. Governabilidade e Fronteira: os desafios amazônicos. Boa Vista: Editora da UFRR, 2012. p. 165-192.

SILVA, A. S. **Solos urbanos**. *In*: GUERRA, A. J. T. (org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 43-69.

SILVA, L. P. B. **Hidropolítica Sul-Americana e a Bacia do Prata: o Lugar das Sub-Bacias em Zonas de Fronteira Internacional**. 2017. 272f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Rio de Janeiro, Niterói/RJ, 2017.

SILVA, M. S. R. **Bacia hidrográfica do rio Amazonas: contribuição para o enquadramento e preservação**. 2013. 199f. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM, 2013.

SILVA, M. S. R. *et al.* **Variáveis Físicas e Químicas de tributários da margem esquerda do rio Amazonas: uma abordagem voltada para gestão**. *In*: FERREIRA, S. J. F.; SILVA, M. L.; PASCOALOTO, D. (org.). Amazônia das águas: qualidade, ecologia e educação ambiental. Manaus: Editora Valer/Fapeam/Inpa, 2016. p. 51-67.

SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; SANTANA, G. P. **Bacia hidrográfica do rio Amazonas: Condições de suas águas versus resolução N° 357/2005**. Revista on-line: Scientia Amazonia, v. 6, n. 2, p. 83-90, 2017. Disponível em: <https://www.scientia-amazonia.org>. Acesso em: 10/10/2021.

SILVA, M. P.; Assumpção, R. F.; Kligerman, D. C. **Bacias hidrográficas transfronteiriças: saneamento e saúde ambiental sem fronteiras**. Saúde em Debate, v. 44, n. 124, p. 251-252, 2020. Disponível em: <https://revista.saudeemdebate.org.br/sed/article/view/2598>. Acesso em: 17/09/2022.

SILVEIRA, A. D. S.; OKUMURA, M. L. H. S.; YAMAGUCHI, N. U. **Avaliação preliminar da qualidade das águas do Ribeirão Morangueiro por descarte irregular de lodo de Estação de Tratamento de Água.** Anuário do Instituto de Geociências, v. 44, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

SOUSA JR, W.C. **Gestão de águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios.** São Paulo: Peirópolis, 2004. 164 p.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. 2ª reimpr. Belo Horizonte: UFMG, 2018. 472 p.

STEFFEN, W. *et al.* **Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet.** Science Journal, v. 347, ed. 6223, p. 1259855/1-12, 2015. Disponível em: <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/science.1259855>. Acesso em: 04/09/2021.

TADEU, N. D.; SINISGALLI, P. A. A. **Escalas da injustiça hídrica: estudo de caso em Ilhabela – Litoral Norte de São Paulo.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 52, p. 48-67, 2019. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5380/dma.v52i0.66732>. Acesso em: 19/11/2022.

THOMAZ, D.; CENTENO, L. N.; CECCONELLO, S. T. **Avaliação espaço-temporal da qualidade da água do Rio Comandá, através do Índice de Qualidade da Água.** Revista Thema, v. 22, n. 1, p. 79-103, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/3068/2218>. Acesso em: 03/03/2023.

TOVAR, E. V. **Ciudades gemelas em fronteras amazônicas: estudio de caso Leticia y Tabatinga.** CUADERNOS DE VIVIENDA Y URBANISMO, v. 1, n. 2, 2008. p. 348 – 393. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/304581456\\_Ciudades\\_gemelas\\_en\\_fronteras\\_amazonicas\\_estudio\\_de\\_caso\\_Leticia\\_y\\_Tabatinga](https://www.researchgate.net/publication/304581456_Ciudades_gemelas_en_fronteras_amazonicas_estudio_de_caso_Leticia_y_Tabatinga). Acesso em: 12/02/2017.

TUCCI, C.E.M. **Curso de gestão de águas urbanas.** São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4>. Acesso em: 12/04/2010.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas.** Estudos avançados, p.97-112, v. 22, nº 63, USP – Instituto de estudos avançados, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295/11943>. Acesso em: 10/11/2013.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-T. T.; **As múltiplas dimensões da crise hídrica.** Revista da USP, São Paulo, nº 106, p. 21-30, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p21-30>. Acesso em: 10/12/2019.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez.** 3. ed. São Carlos: Editora Rima, 2009. 251 p.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. UNDESA World urbanization prospects: the 2014 revision. **New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014.** Disponível em: <https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014revision-world-urbanization-prospects.html>. Acesso em: 23/07/2018.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. UNESCO, 2007. **Sistemas Aquíferos Transfronterizos en la Américas – Evaluación Preliminar.** Serie ISARM Américas nº 1. 188 p. Disponível em: [https://www.oas.org/DSD/WaterResources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro1\(spa\).pdf](https://www.oas.org/DSD/WaterResources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro1(spa).pdf). Acesso em: 10/10/2022.

VARGAS CUERVO, G. **Guía y catálogo de unidades geomorfológicas en Colombia por sensores remotos.** 1. ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía, Grupo de Investigación Geotecnologías, 2015. 196 p.

VIANNA, P. E. F.; HOLANDA, E. C. **Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas na Gestão e Planejamento da Revitalização dos Rios Urbanos.** In: XIV ENAU - Encontro Nacional de Águas Urbanas e IV SRRU - Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos; 3., 2022, Brasília. *Anais* [...] Brasília: Universidade Federal de Brasília, 2022. Disponível em: <https://anais.abrhidro.gov.br/job.php?Job=14055>. Acesso em: 15/01/2023.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field.** In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York, Academic Press, 1980. p. 319-344. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123485809500183>. Acesso em: 27/08/2022.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme)/UN-Water. 2017. **The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource.** Paris, UNESCO. Disponível em: [https://Relatórios%20da%20WWDR\\_Water/Wastewater\\_the%20untapped%20resource\\_2017\\_WWDR.pdf](https://Relatórios%20da%20WWDR_Water/Wastewater_the%20untapped%20resource_2017_WWDR.pdf). Acesso em: 27/07/2018.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme)/UN-Water. 2018. **The United Nations World Water Development Report 2018. Nature-Based Solutions for Water.** Paris, UNESCO. Disponível em: [https://Relatórios%20da%20WWDR\\_Water/NATUREBASEDSOLUTIONS%20FOR%20WATER\\_2018.pdf](https://Relatórios%20da%20WWDR_Water/NATUREBASEDSOLUTIONS%20FOR%20WATER_2018.pdf). Acesso em: 30/03/2019.

ZENI, V. L. F. **Bacia do prata: o território das águas.** 2018. 278f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2018.

## OBRAS CONSULTADAS

ACUÑA, J. E. P. **Transformación urbana de Iteza: énfasis en el período 1950 – 1960 la construcción de una ciudad en la selva amazónica y en una región trifronteriza.** Bogotá D.C. Editorial Gente Nueva, 2010. 144 p.

BALL, Philip. **H<sub>2</sub>O. Una biografía del agua.** Traducción: José Aníbal Campus. México: FCE, Turner, 2010. 474 p.

BARBALHO, C. R. S.; MORAES, S. O. **Guia para normatização de teses e dissertações.** Manaus: UFAM, 2005. 64 p.

BARBALHO, C. R. S.; DO VALE, M. M.; MARQUEZ, S. O. M. **Metodologia do trabalho científico: normas para a construção de trabalhos acadêmicos.** Manaus: EDUA, 2017. 78 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso.** Atualização da edição: João Bosco Medeiros. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021. 244 p.

## APÊNDICE A

### **Perguntas realizadas nas entrevistas, junto a, COSAMA em Tabatinga – AM (BR) e USPDL em Letícia – AM (CO)**

1. Qual o percentual ou número de residências que recebe água tratada pela sua rede de distribuição na cidade (Tabatinga/Letícia)?
2. Como tem sido realizado o monitoramento da qualidade da água ou potabilidade junto aos beneficiários?
3. Existe alguma parceria conjunta entre a COSAMA e USPDL quanto a monitoramento de qualidade da água nas cidades?
4. Quais os desafios enfrentados pela instituição/empresa para o tratamento e distribuição da água aos moradores da cidade?
5. Quais as perspectivas e projetos futuras quanto ao tratamento e distribuição de água na cidade?

#### *Tradução livre para a língua espanhola*

1. ¿Cuál es el porcentaje o número de viviendas que reciben agua potable a través de su red de distribución en la ciudad Letícia?
2. ¿Cómo se ha realizado el monitoreo de la calidad o potabilidad del agua con los beneficiarios?
3. ¿Existe alguna alianza conjunta entre COSAMA y USPDL en cuanto al monitoreo de la calidad del agua en las ciudades?
4. ¿Cuáles son los desafíos que enfrenta la institución/empresa para el tratamiento y distribución de agua a los habitantes de la ciudad?
5. ¿Cuáles son las perspectivas y proyectos de futuro en cuanto al tratamiento y distribución de agua en la ciudad?

**APÊNDICE B****Perguntas realizadas junto aos moradores nas cidades de Tabatinga – AM (BR) e Letícia – AM (CO)****FORMULÁRIO APLICADO AOS MORADORES DA CIDADE DE TABATINGA**

1. Consome água para o uso doméstico (para higiene pessoal, lavar roupa etc.) de onde:

- a) COSAMA ( )
- b) poço tubular ( )
- c) rio ou igarapés ( )
- d) Cacimba ( )
- e) Água da chuva/Cisterna ( )

OBS:

2. Consome água para consumo humano (para beber e/ou cozinhar) de onde:

- a) prestador de serviço: COSAMA ( )
- b) Gaseosas Letícia – Coca Cola/água potável ( )
- b) poço tubular ( )
- c) rio ou igarapés ( )
- d) Cacimba ( )
- e) Água da chuva/Cisterna ( )

OBS:

3. Como descreve a qualidade e as características da água que consome?

a) ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima

b) Tem Odor/Cheiro ( ) Sim ( ) Não

Se sim qual o cheiro ( ) Ferrugem ( ) Outros:

c) Tem Sabor ( ) Sim ( ) Não

Se sim qual o sabor ( ) Doce ( ) Salgada ( ) Amarga ( ) Azedo

d) Tem cor ( ) Sim ( ) Não



Se sim qual cor ( ) Clara ( ) Escura ( ) Barrenta ( ) Esverdeada

OBS:

4. Tem segurança quando consome água da torneira que vem da COSAMA ou de Poço tubular?

a) ( ) Sim ( ) Não

Se não porque:

OBS:

5. Como você avalia os serviços realizados de manutenção e tratamento da qualidade da água pela COSAMA que chega em sua casa?

a) É tratado(a) como: ( ) Bom ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima

b) Não é tratado(a) ( )

OBS:

6. Tem conhecimento sobre leis que tratam sobre o tratamento e qualidade da água em sua cidade, estado ou país?

a) ( ) Sim ( ) Não

OBS:

*Tradução livre para língua espanhola do formulário*

### **FORMULARIO APLICADO A RESIDENTES EN LA CIUDAD DE LETICIA**

1. ¿El abastecimiento de agua para consumo doméstico en su hogar proviene? (Usos del agua por aseo personal, lavar ropa, etc.)

a) USPD ( )

b) pozo tubular ( )

c) río o arroyos ( )

d) Cacimba ( )

e) Agua de lluvia/Aljibe ( )

NOTA:

2. ¿El agua para beber y/o cocinar proviene de?

- a) Prestador de servicio: USPDL ( )
- b) Gaseosas Leticia/ Agua potable ( )
- b) pozo tubular ( )
- c) río o arroyos ( )
- d) Agua de lluvia/Aljibe ( )

NOTA:

3. ¿Cómo describe la calidad y características del agua que consume?

- a) ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( ) Pésimo
- b) Tiene olor ( ) Sí ( ) No

En caso afirmativo, cuál es el olor ( ) Óxido ( ) Otros:

- c) Tiene algún sabor ( ) Sí ( ) No

En caso afirmativo, qué sabor ( ) Dulce ( ) Salado ( ) Amargo ( ) Agrio (óxido)

- d) Tiene color ( ) Sí ( ) No

En caso afirmativo, de qué color ( ) claro ( ) oscuro ( ) fangoso ( ) verdoso

NOTA:

4. ¿Tiene seguridad para tomar agua del grifo que proviene del prestador de servicios USPDL o del pozo tubular?

- a) ( ) Sí ( ) No

Si no por qué:

NOTA:

5. ¿Cómo calificas los servicios realizados de mantenimiento y tratamiento de la calidad del agua por parte del proveedor del servicio USPDL quien llega a tu casa?

- a) Es tratado como: ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( ) Pésimo
- b) No se trata ( )

NOTA:

6. ¿Conoce las leyes relacionadas con el tratamiento y la calidad del agua en su ciudad, estado o país?

- a) ( ) Sí ( ) No

NOTA:

## APÊNDICE C

### Perguntas realizadas nas Agências Estaduais de Meio Ambiente do COPOAMAZONIA e IPAAM

1. Que fatores condicionaram a implantação das políticas de gestão das águas no Brasil/Colômbia/Peru?
2. Quais são os principais problemas enfrentados na gestão e planejamento das águas em região de fronteira?
3. Existem Comitês de Bacias Hidrográficas? Como atuam e qual a função destes no planejamento das águas?
4. Como é realizada a gestão das águas transfronteiriças em nível Estadual e Nacional?
5. Quais são as políticas de gestão das águas específicas na região da Amazônia colombiana - cidade de Leticia - em relação aos usos compartilhados com a cidade de Tabatinga no Brasil e a Ilha de Santa Rosa no Peru?
6. Existem propostas ou perspectivas nesta região fronteiriça de gestão integrada das águas na Colômbia, Brasil e Peru em face aos usos compartilhados de suas águas?
7. Quais são as perspectivas de gestão das águas compartilhadas entre os países?
8. Quais os desafios futuros do gerenciamento e planejamento das águas internacionais?

#### *Tradução livre para língua espanhola das perguntas*

1. ¿Qué factores condicionaron la implementación de políticas de gestión del agua en Brasil y Colombia?
2. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la gestión y planificación del agua en la región fronteriza?
3. ¿Existen Comités de Cuenca hidrográficas? ¿Cómo funcionan y cuál es su papel en la planificación del agua?
4. ¿Cómo se lleva a cabo la gestión de aguas transfronterizas a nivel estatal y nacional?
5. ¿Cuáles son las políticas específicas de gestión del agua en la región amazónica colombiana - ciudad de Leticia en relación a los usos compartidos con la ciudad de Tabatinga en Brasil?

6. ¿Existen propuestas o perspectivas en esta región fronteriza para la gestión integral del agua en Colombia, Brasil y Perú frente a los usos compartidos de sus aguas?
7. ¿Cuáles son las perspectivas para la gestión del agua compartidas entre los países?
8. ¿Cuáles son los desafíos futuros de la gestión y planificación de las aguas internacionales?

## ANEXO A

## Resposta da COSAMA – Setor de Gerência Comercial as perguntas solicitadas



Processo nº 01.05.025501.004715/2022-30

Em: 05/10/2022

À Agência de Tabatinga,

O percentual e/ou número de residências que recebe água tratada pela sua rede de distribuição na cidade de Tabatinga (Leticia é pertencente a Colômbia, não sendo atendida pela COSAMA) é de 86% da população urbana do Município, o que corresponde a um número de 22.380 pessoas.

Atenciosamente,

CESAR AUGUSTO DE ALMEIDA COSTA

Gerente Comercial

Rua General Miranda Reis, 20 -  
Conjunto Celetamazon,  
Adrianópolis, Manaus-AM. CEP  
69057-320

Folha: 13

COMPANHIA DE  
SANEAMENTO DO  
AMAZONAS





**1. Qual o percentual ou número de residências que recebe água tratada pela sua rede de distribuição na cidade (Tabatinga/Leticia)?**

Sugestão para resposta é o setor comercial, uma vez que eles possuem as informações referente aos cadastros de residências atendidas pela COSAMA.

**2. Como tem sido realizado o monitoramento da qualidade da água ou potabilidade junto aos beneficiários?**

O monitoramento da água na cidade de Tabatinga tem sido realizado por meio de análises de rotina diária, tanto físico-químicas quando bacteriológicas, onde contamos com um laboratório na unidade para realizar o monitoramento da qualidade da água. Pelo fato de o sistema de tratamento ser realizado por meio de Estação de Tratamento de Água (ETA), com captação superficial, temos normas, procedimentos e legislações a se seguir, sendo uma delas, impreterivelmente, a Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017.

**3. Existe alguma parceria entre COSAMA e Empoleticia ESP quanto a monitoramento de qualidade da água nas cidades?**

Atualmente não existe nenhuma parceria entre COSAMA e Empoleticia ESP atualmente a respeito do monitoramento de qualidade da água nas cidades.

**4. Quais os desafios enfrentados pela instituição/empresa para o tratamento e distribuição da água aos moradores da cidade?**

Quanto ao tratamento, um dos principais, se não o maior desafio, é a logística da região, uma vez que na região Amazônica o acesso e a distância são muito dispendiosos. Outro fator relevante que se torna um desafio para fornecer água tratada para os moradores da cidade é a falta de tecnologias atualizadas como base de otimização de nossos processos.



**5. Quais as perspectivas e projetos futuras quanto ao tratamento e distribuição de água na cidade?**

A intenção é sempre melhorar, fornecer uma água tratada com eximia qualidade para a população, dessa forma, a companhia tem em mente o aprimoramento, modernizando o nosso laboratório, que possuímos na unidade, como já citado, além da modernização da casa de química também. Outro planejamento para melhoria, é a ampliação do sistema de reservação e distribuição de água, a partir da manutenção dos reservatórios existentes, criação de novos reservatórios, além da setorização da rede de distribuição do perímetro urbano. Para as comunidades localizadas na área rural, a implementação do Projeto Água Boa, onde, primeiramente é feito um levantamento e viabilidade para tal. É importante destacar que a Estação de Tratamento de Água já está passando por reforma e melhoria em toda sua estrutura para aprimorar o processo de tratamento de água.



## ANEXO B

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido disponibilizado aos moradores das cidades de Tabatinga – AM (BR) e Letícia – AM (CO)



Poder Executivo  
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Mestrado e Doutorado Conceito 4 CAPES  
Aprovado pela Resolução Nº 011 – CONSUNI de 11/07/2006  
Reconhecido através da Portaria Nº 1.077 - MEC, de 31 de agosto de 2012



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar do estudo intitulado **Análise dos impactos socioambientais das bacias hidrográficas urbanas nas cidades de Tabatinga e Letícia na Amazônia**, cujo pesquisador responsável é **ERCIVAN GOMES DE OLIVEIRA**.

Os objetivos do projeto são: Analisar os impactos socioambientais relacionados a qualidade da água e, as condições de vida dos moradores nessas áreas (bacias hidrográficas).

O(A) Sr(a) está sendo convidado porque é fundamental sua participação para relatar dados e informações quanto as condições de saneamento básico e qualidade da água consumida neste local.

O(A) Sr(a). tem de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que recebe neste serviço em Tabatinga ( ) Letícia ( ).

Caso aceite participar, sua participação consiste em disponibilizar informações no que tange as questões solicitadas no formulário, que vão fazer parte do projeto de tese do responsável deste termo.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: a função dos projetos de pesquisa acadêmicos é explicitar os problemas e indicar propostas de mitigação, assim como, encaminhar ao poder público os problemas vivenciados pelos moradores.

Se julgar necessário, o(a) Sr(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida. (Res. 466/2012-CNS, IV.I.c)

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr(a)., ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Participante.....

Professora: Adorea Rebello  
da Cunha Albuquerque –  
Depto de Geografia

IFCHS/DEGEO



## Tradução livre para língua espanhola do Termo de Livre Consentimento e Esclarecido



Poder Executivo  
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Mestrado e Doutorado Conceito 4 CAPES  
Aprovado pela Resolução Nº 011 – CONSUNI de 11/07/2006  
Reconhecido através da Portaria Nº 1.077.-MEC. de 31. de agosto de 2012



### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO

Estás siendo invitado a participar del estudio titulado **Análisis de los impactos socioambientales de las cuencas hidrográficas urbanas en las ciudades de Tabatinga y Leticia en la Amazonía**, cuyo investigador responsable es **ERCIVAN GOMES DE OLIVEIRA**.

Los objetivos del proyecto son: Analizar los impactos sociales y ambientales relacionados con la calidad del agua y las condiciones de vida de los habitantes de estas áreas (cuencas).

Estás siendo invitado porque tu participación es fundamental para reportar datos e información sobre las condiciones básicas de saneamiento y la calidad del agua consumida en este lugar.

Señor(a) tienes total libertad para negarte a participar o retirar tu consentimiento, en cualquier etapa de la investigación, sin penalización alguna por el trato que recibas en este servicio en ( ) Tabatinga ( ) Leticia ( ).

Si acepta participar, su participación consiste en aportar información sobre las cuestiones solicitadas en el formulario, que formarán parte del proyecto de tesis del responsable de este plazo.

También se esperan los siguientes beneficios de esta investigación: la función de los proyectos de investigación académica es esclarecer los problemas e indicar propuestas de mitigación, así como transmitir los problemas vividos por los vecinos a las autoridades públicas.

Si lo considera necesario, tiene tiempo para reflexionar sobre su participación, consultando, si es necesario, a sus familiares u otras personas que puedan ayudarlo a tomar una decisión libre e informada. (Res. 466/2012-CNS, IV.I.c)

Este documento (TCLE) será elaborado en dos COPIAS, las cuales irán rubricadas en todas sus páginas, excepto la que tiene las firmas, y firmadas al final del mismo por usted, o por su representante legal, y por el investigador responsable, manteniendo un camino con cada uno.

CONSENTIMIENTO POSTERIOR A LA INFORMACIÓN

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Participe.....

Professora: Adorea Rebello  
da Cunha Albuquerque –  
Depto de Geografia

(IMPRESSO DACTILOSCÓPIA)

## ANEXO C

## Protocolo de solicitação de entrevista junto ao IPAAM

**SEFAZ**  
Secretaria de Estado da Fazenda

Atendimento Online

Portal da SEFAZ
Manaus, 11 de maio de 2023
Sair

**Informações do Processo**

Processo : 01.01.030201.014462/2022-85	Situação : Aberto
Assunto : 807 - ENCAMINHANDO OFICIO	
Órgão/Entidade : IPAAM - INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS	

**Interessado**

Documento : 00015782 Interessado : PODER EXECUTIVO MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Nova Pesquisa

Voltar

Data	Setor	Evento
27/10/2022	G005630	245 - PARA ANÁLISE E PROVIDÊNCIAS
26/10/2022	GERH	50 - CONHECIMENTO E PROVIDENCIAS, NOS TERMOS DO DESPACHO ANEXO
21/10/2022	G155631	50 - CONHECIMENTO E PROVIDENCIAS, NOS TERMOS DO DESPACHO ANEXO
20/10/2022	DT	59 - TRAMITANDO
19/10/2022	GABINETE	245 - PARA ANÁLISE E PROVIDÊNCIAS
19/10/2022	GEPR	129 - REGISTRO NA CENTRAL DE ATENDIMENTO