



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

**ABERTURA INDISCRIMINADA DE POÇOS ARTESIANOS NA CIDADE DE
MANAUS E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SANEAMENTO
AMBIENTAL**

NILSON TEIXEIRA DOS SANTOS JÚNIOR

MANAUS/AM

2025

NILSON TEIXEIRA DOS SANTOS JÚNIOR

**ABERTURA INDISCRIMINADA DE POÇOS ARTESIANOS NA CIDADE DE
MANAUS E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SANEAMENTO
AMBIENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Direito
(PPGD-UFAM), como requisito para obtenção
do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Institucionalidades
Estatais e Pluralidades Sociojurídicas.

Orientadora: Profa. Dra. Giulia Parola.

MANAUS/AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- S237a Santos Júnior, Nilson Teixeira dos
Abertura indiscriminada de poços artesianos na cidade de Manaus e seus impactos na qualidade da água e no saneamento ambiental / Nilson Teixeira dos Santos Júnior. - 2025.
136 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Giulia Parola.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Direito, Manaus, 2025.
1. Manaus. 2. águas subterrâneas. 3. poços artesianos em Manaus. 4. saneamento ambiental no Amazonas. 5. governança hídrica. I. Parola, Giulia. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Direito. III. Título
-

NILSON TEIXEIRA DOS SANTOS JÚNIOR

**ABERTURA INDISCRIMINADA DE POÇOS ARTESIANOS NA CIDADE DE
MANAUS E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SANEAMENTO
AMBIENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito (PPGD-UFAM), como requisito para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Professora Doutora Giulia Parola

Universidade Federal do Amazonas - Presidente

Professora Doutora Dorinethe dos Santos Bentes

Universidade Federal do Amazonas - Membro interno

Professor Doutor Rodrigo de Souza Tavares

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Ao final desta caminhada acadêmica, manifesto minha sincera gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para minha formação pessoal e profissional.

Em primeiro lugar, agradeço à minha família, pelo amor, apoio incondicional e incentivo permanente, que foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios da vida acadêmica. Em especial, registro minha profunda gratidão à minha irmã Pollyanna, cuja colaboração foi essencial na elaboração dos gráficos que enriquecem esta dissertação.

Expresso meu reconhecimento ao Professor Erivaldo, ex-orientador, pelas valiosas orientações iniciais que nortearam minha trajetória de pesquisa. À minha orientadora atual, Professora Giulia Parola, agradeço pelo acompanhamento atento, pela paciência, pelo rigor acadêmico e pela dedicação em cada etapa deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Direito (PPGDIR), pela excelência e ambiente de aprendizado, e a todos os professores, que, desde a graduação, me acompanharam e me acolheram como “filho da Jaqueira”, compartilho este resultado como fruto de um percurso construído em conjunto.

Agradeço também à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), instituição pública que me formou e me proporcionou oportunidades únicas de crescimento intelectual e pessoal.

Por fim, registro minha gratidão à CAPES pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual esta jornada teria sido ainda mais desafiadora.

RESUMO

A presente dissertação investiga a abertura indiscriminada de poços artesianos na cidade de Manaus e seus impactos sobre a qualidade da água e o saneamento ambiental, situando-se no contexto de desigualdade no acesso a serviços básicos e fragilidade na gestão de recursos hídricos. A pesquisa busca responder: como a atuação governamental na regulamentação e controle da abertura e manutenção de poços artesianos pode contribuir para a utilização sustentável das águas subterrâneas em Manaus? A metodologia adotada foi de natureza **qualitativa e exploratória**, com método **dedutivo**, buscando explicar o fenômeno a partir de fundamentos gerais para situações específicas, aproximando-se das ciências sociais aplicadas. Foram utilizados procedimentos de pesquisa documental e bibliográfica, com levantamento e análise de legislação nacional, artigos científicos, livros, dados públicos de órgãos e entidades como IPAAM, ANA, IBGE e Ministério da Saúde (DATASUS), além de dados específicos sobre a realidade local em Manaus, disponibilizados por bases institucionais do CPRM. O trabalho percorre os fundamentos constitucionais do direito à água e ao saneamento, marcos legais e institucionais, examinando a realidade local marcada por informalidade, riscos sanitários e ausência de governança integrada. O estudo conclui que a gestão pública permanece fragmentada, comprometendo a sustentabilidade e a universalização do acesso à água de qualidade. Como solução, propõe a criação de um Comitê de Águas Subterrâneas específico para Manaus, zoneamento hidrogeológico, integração de bases de dados (como SIAGAS) e ampliação da participação social. A dissertação reforça a necessidade de políticas públicas orientadas para a proteção de aquíferos como patrimônio ambiental estratégico.

Palavras-chave: Manaus; águas subterrâneas; poços artesianos em Manaus; saneamento ambiental no Amazonas; governança hídrica.

ABSTRACT

This dissertation investigates the indiscriminate drilling of artesian wells in the city of Manaus and its impacts on water quality and environmental sanitation, situated within the context of inequality in access to basic services and fragility in water resource management. The research seeks to answer: how can government action in regulating and controlling the drilling and maintenance of artesian wells contribute to the sustainable use of groundwater in Manaus?

The methodology adopted was qualitative and exploratory, with a deductive method, seeking to explain the phenomenon based on general foundations for specific situations, approaching applied social sciences. Documentary and bibliographic research procedures were used, with a survey and analysis of national legislation, scientific articles, books, public data from agencies and entities such as IPAAM, ANA, IBGE, and the Ministry of Health (DATASUS), as well as specific data on the local situation in Manaus, made available by CPRM's institutional databases. The work explores the constitutional foundations of the right to water and sanitation, as well as legal and institutional frameworks, examining the local reality characterized by informality, health risks, and a lack of integrated governance. The study concludes that public management remains fragmented, compromising sustainability and universal access to quality water. As a solution, it proposes the creation of a Groundwater Committee specifically for Manaus, hydrogeological zoning, integration of databases (such as SIAGAS), and expanded social participation. The dissertation reinforces the need for public policies aimed at protecting aquifers as strategic environmental assets.

Keywords: Manaus; groundwater; artesian wells in Manaus; environmental sanitation in Amazonas; water governance.

Lista de Imagens

Imagem 1 – índice comparativo entre alguns países do consumo diário per capita de água.....	18
Imagem 2 – Perdas na distribuição por Estado.....	20
Imagem 3 – Perfil de usuários de água subterrânea no país.....	42
Imagem 4 – Quantidade de água doce.....	42
Imagem 5 – Ciclo Hidrológico das Águas, Fonte: Ministério do Meio Ambiente.....	46
Imagem 6 – Águas subterrâneas serão enquadradas em classes.....	57
Imagem 7 – A importância das águas subterrâneas para o abastecimento público de cidades....	67
Imagem 8 – Qualidade de água para o ecossistema e o Bem-Estar Humano.....	74
Imagem 9 – Erosão e carreamento dos sedimentos para o corpo d'água.....	75
Imagem 10 – Os impactos ambientais por categoria.....	76
Imagem 11 – Distribuição de poços tubulares na Bacia do Alto Tietê.....	80
Imagem 12 – Contaminação das águas subterrâneas por nitrato originado do esgoto urbano de Natal (RN).....	81
Imagem 13 – Contaminação de nitrato no Aquífero Adamantina em Urânia (SP) e a relação com vazamento de antigas redes de esgoto.....	82
Imagem 14 – Dados do SIAGAS e a Distribuição Geográfica dos Poços, por zonas da cidade de Manaus.....	92
Imagem 15 – Os bairros da zona norte com maior número de poços.....	93
Imagem 16 – Os bairros da zona leste com maior número de poços.....	93
Imagem 17 – Os bairros da zona oeste com maior número de poços.....	94
Imagem 18 – Os bairros da zona sul com maior número de poços.....	95
Imagem 19 – Os bairros da Zona Centro-Oeste com maior número de poços.....	95
Imagem 20 – Os bairros da Zona Centro-Sul com maior número de poços.....	96
Imagem 21 – Os bairros da Zona Rural com maior número de poços.....	96
Imagem 22 – Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo....	105
Imagem 23 – Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais.....	105
Imagem 24 – Ilustração física da SALTA-z para tratamento de águas superficiais.....	107
Imagem 25 – Poço na Vila de Ajuruteua/Bragança-PA.....	107
Imagem 26 – Poço na comunidade Cumarú/Igarapé-Açu/PA.....	108
Imagem 27 – fluxograma do processo de tratamento para águas subterrâneas na remoção de ferro e manganês.....	108

Imagem 28 – Projeto Água Boa em Careiro da Várzea.....	112
Imagem 29 – Projeto Água Boa.....	113
Imagem 30 – Suporte com a válvula e eletrodo de Ph.....	115
Imagem 31 – Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ).....	119

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Indicadores de saneamento dos estados da Região Norte.....	21
Tabela 2 – Panorama internacional.....	29
Tabela 3 – Jurisprudência relevante.....	31
Tabela 4 – competência entre entes federativos e fundamento constitucional.....	36
Tabela 5 – Nações com maiores extrações anuais de águas subterrâneas.....	41
Tabela 6 – Principais Normas Legais sobre Águas Subterrâneas.....	49
Tabela 7 – Comparativo dos Instrumentos Jurídicos para Poços Artesianos.....	60
Tabela 8 – Atuação Institucional sobre Águas Subterrâneas.....	64
Tabela 9 – Competências federativas na gestão de recursos hídricos no Brasil.....	66
Tabela 10 – Comparativo – Infrações e Sanções.....	69
Tabela 11 – Principais Contaminantes em Poços e seus Riscos à Saúde.....	72
Tabela 12 – Comparação Técnica dos Aquíferos Alter do Chão e Urucuia.....	79
Tabela 13 – Aplicação dos Instrumentos da PNRH às Águas Subterrâneas.....	85
Tabela 14 – Comparativo de Políticas Públicas Relacionadas às Águas Subterrâneas.....	87
Tabela 15 – Resumo: Fatores de Risco à Qualidade da Água Subterrânea em Manaus.....	100
Tabela 16 – Síntese – Tópico 3.4: O Sistema SALTA-Z e a Gestão Comunitária em Manaus.....	116
Tabela 17 – Estrutura da Governança da Microrregião de Saneamento Básico do Amazonas (MRSBAM).....	121
Tabela 18 – Síntese: Governança e Proposta de Comitê de Águas Subterrâneas em Manaus.....	123

Lista de Abreviações

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT NBR 7229/1993 – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira Regulamentadora nº 7229/1993

ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

ADO – Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão

ADPF 708/DF – Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental nº 708, Distrito Federal

AIBA – Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APP – Área de Preservação Permanente

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

BAT – Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

CAD ÚNICO – Cadastro Único Federal

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

CAO-PDC – Centro de Apoio Operacional de Proteção e Defesa dos Direitos Constitucionais do Cidadão, dos Direitos do Consumidor e da Defesa do Patrimônio Público

CBHs – Comitês de Bacias Hidrográficas

CBHTA – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê Alto

CEPAS/USP – Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas da USP

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CF – Constituição Federal

CGASM – Comitê de Gestão das Águas Subterrâneas de Manaus

CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

COSAMA – Companhia de Saneamento do Amazonas

CPRM – Serviço Geológico do Brasil (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

ENAP – Escola Nacional de Administração Pública

ETAs – Estações de Tratamento de Água

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GIRH – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDSC-BR – Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil

IFAM – Instituto Federal do Amazonas

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

ISA – Instituto Socioambiental

MAPBIOMAS – Sistema de Mapas de Uso e Cobertura do Solo no Brasil

MATOPIBA – Região agrícola formada pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia

MEC – Ministério da Educação

MG – Estado de Minas Gerais

MPAM – Ministério Público do Estado do Amazonas

MRSBAM – Microrregião de Saneamento Básico do Amazonas

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NGWA – National Ground Water Association

ODS 6 – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 (Água potável e saneamento)

ONG – Organização Não Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PCJ – área de abrangência das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

PCS – Programa Cidades Sustentáveis

PERH-AM – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas

PNAS – Programa Nacional de Águas Subterrâneas

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

RIMAS – Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas

RMN – Região Metropolitana de Natal

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAC – Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água para Consumo Humano

SALTA-Z – Solução Alternativa Coletiva Simplificada de Tratamento de Água

SDS – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SEDURB – Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano
SEMMAS – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SGB – Serviço Geológico do Brasil
SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIGHIDRO – Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIMAR – Sistema de Informações sobre o Meio Ambiente
SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SINIMA – Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente
SIPNRH – Sistema Integrado de Planejamento de Recursos Hídricos
SIRH – Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
SISAGUA – Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SP – Estado de São Paulo
STD – Sólidos Totais Dissolvidos
STF – Supremo Tribunal Federal
STJ – Superior Tribunal de Justiça
TCE-AM – Tribunal de Contas do Estado do Amazonas
TCU – Tribunal de Contas da União
UEA – Universidade do Estado do Amazonas
UFAM – Universidade Federal do Amazonas
UGPE – Unidade Gestora de Projetos Especiais
UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância
VigiÁgua – Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
Capítulo 1	17
DIREITO À ÁGUA E AO SANEAMENTO AMBIENTAL COMO UM DIREITO CONSTITUCIONAL	17
1.1. O Direito à Água e ao Saneamento Ambiental	17
1.1.1. Justiça Hídrica.....	23
1.2. Regime Jurídico do Acesso à Água e ao Saneamento	23
1.2.1. Fundamentos Constitucionais do Direito à Água	24
1.2.2. Constitucionalismo ambiental estrangeiro e sua influência	28
1.2.3. Jurisprudência Constitucional e Infrações Ambientais	29
1.2.4. Águas Subterrâneas no Direito Brasileiro	31
1.2.4.1 Federalismo e repartição de competências.....	34
1.2.4.2 Papel das Constituições Estaduais e Leis Orgânicas Municipais	35
Capítulo 2	38
O ACESSO À ÁGUA DE QUALIDADE E DO SANEAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	38
2.1. Poços Artesianos	38
2.1.1. Breve Histórico e Contextualização da importância das águas subterrâneas no Brasil	38
2.1.2. Conceito, Tipos e Classificação técnica	44
2.1.2.1. Das Águas Doces	44
2.1.2.2. Das Águas Para Consumo Humano	45
2.1.2.3. Das Águas Interiores.....	45
2.1.3. Crescimento da Informalidade e Déficit de Controle.....	47
2.2. Regulamentação dos Poços	49
2.2.1. Marcos Legais e Fundamentos Jurídicos da Regulação dos Poços Artesianos	50
2.2.2. Instrumentos de Controle: Outorga, Licenciamento e Cadastro de Poços	58
2.2.3. Atuação Institucional: Órgãos Governamentais e Organizações Não Governamentais (ONGs).....	60
2.2.4. Conflitos Normativos, Jurisprudência e Lacunas Regulatórias	64
2.3. Infrações na Abertura de Poços	66
2.3.1. Caracterização das Infrações: Clandestinidade e Irregularidade Formal	67
2.4. Impactos na Qualidade da Água e no Saneamento	70
2.4.1. A Relação entre Poços Artesianos, Qualidade da Água e Saneamento Básico	70

2.4.2. HIDROGEOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DOS AQUÍFEROS	77
2.5. Políticas Públicas e Gestão Integrada	82
2.5.1. Programas e Políticas de Apoio à Gestão das Águas Subterrâneas	84
2.5.2. O Papel dos Comitês de Bacia Hidrográfica e da Participação Social.....	85
Capítulo 3:	90
OS POÇOS ARTESIANOS E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SANEAMENTO AMBIENTAL NA CIDADE DE MANAUS.....	90
3.1. A Situação dos Poços Artesianos em Manaus	90
3.1.1. Crescimento Urbano Desordenado e a Expansão dos Poços.....	90
3.1.2. Distribuição Geográfica dos Poços por Zona e Bairros	91
3.1.3. Tipos de Poços, Profundidade Média e Riscos Sanitários em Manaus.....	97
3.2. O Saneamento Ambiental em Manaus.....	98
3.2.1. Cobertura de Esgotamento Sanitário.....	98
3.2.2. Relação entre Ausência de Saneamento e Contaminação das Águas Subterrâneas	99
3.2.3. Doenças de Veiculação Hídrica e Vulnerabilidade Social em Manaus	100
3.3. Exploração Sustentável dos Recursos Hídricos Subterrâneos em Manaus	101
3.3.1. O Aquífero Alter do Chão e o Potencial Hídrico da Região Metropolitana de Manaus	101
3.3.2. Falta de Zoneamento Hidrogeológico e Ausência de Outorga em Manaus	102
3.3.3. Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e sua (in)aplicação em Manaus	103
3.3.4. A Cobrança pelo Uso da Água Subterrânea e Proposta para Manaus	104
3.4. O Sistema SALTA-Z e a Gestão Comunitária.....	106
3.4.1. Fundamentos Técnicos do Sistema SALTA-Z	106
3.4.2. Experiências com o SALTA-Z no Amazonas	109
3.4.2.1. Potencial de Contribuição para o Saneamento Ambiental.....	113
3.4.3. Comparação com Humaitá (AM).....	114
3.5. Governança e Proposta de Comitê de Águas Subterrâneas em Manaus	116
3.5.1. Ausência de Governança Local e Fragmentação Institucional	116
3.5.2. Experiências de Comitês em Outros Estados e Proposta para Manaus.....	117
3.5.2.1. Programa de Regularização de Poços no Rio Grande do Sul	120
3.5.2.2 A Microrregião de Saneamento Básico do Amazonas (MRSBAM)	121
3.5.2.3 Proposta de Criação do Comitê de Águas Subterrâneas de Manaus	122
CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
REFERÊNCIAS	127

INTRODUÇÃO

O acesso à água de qualidade e ao saneamento ambiental constitui um dos pilares fundamentais da dignidade da pessoa humana e do desenvolvimento sustentável, sendo reconhecido como direito humano essencial pela Organização das Nações Unidas (ONU) e implicitamente assegurado pela Constituição Federal brasileira como direito fundamental vinculado à saúde pública, proteção ambiental e bem-estar coletivo. Entretanto, a efetividade desse direito revela desigualdades estruturais no Brasil, particularmente na Região Norte e, com destaque, na cidade de Manaus.

Manaus, está em uma das maiores reservas subterrâneas de água doce do planeta, situada sobre o aquífero Alter do Chão, enfrenta, paradoxalmente, indicadores críticos de saneamento básico e precariedade no abastecimento de água potável, que afetam milhões de habitantes. Essa contradição histórica reflete a ausência de políticas públicas eficazes, a fragmentação institucional e o avanço desordenado da urbanização, que levam a população a buscar soluções alternativas imediatas, como a perfuração de poços artesianos.

O aumento indiscriminado desses poços, muitas vezes construídos sem qualquer controle técnico ou autorização dos órgãos competentes, amplia os riscos de superexploração dos aquíferos e de contaminação por esgoto e resíduos sólidos, colocando em risco a saúde da população e a sustentabilidade ambiental da cidade. Tal cenário justifica a centralidade da pergunta desta pesquisa: como a atuação governamental na regulamentação e controle da abertura e manutenção de poços artesianos pode contribuir para a utilização sustentável das águas subterrâneas em Manaus?

A metodologia utilizada segue natureza **qualitativa, exploratória e de caráter aplicado**, situando-se no campo das ciências sociais aplicadas. A pesquisa adotou o **método dedutivo**, partindo de pressupostos gerais para explicar situações concretas, buscando construir hipóteses e respostas ao problema de pesquisa. O procedimento metodológico envolveu pesquisa **documental e bibliográfica**, com levantamento e análise de normas constitucionais, legislação federal, estadual e municipal aplicável ao tema, além de livros, artigos científicos e dados públicos. Foram utilizados dados oficiais de órgãos e entidades como o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Saúde (DATASUS), entre outros, além de dados coletados diretamente junto a delegados públicos e instituições locais sobre a situação dos poços

artesianos e da qualidade da água em Manaus. Essa estratégia metodológica permitiu contextualizar juridicamente a pesquisa, compreender o cenário técnico e ambiental local e fundamentar propostas adequadas à realidade amazônica.

A dissertação organiza-se em **três capítulos** principais: o **primeiro capítulo** trata dos fundamentos constitucionais e jurídicos do direito à água e ao saneamento ambiental, com análise da evolução normativa nacional e internacional; o **segundo capítulo** aborda a caracterização técnica e regulatória dos poços artesianos e das águas subterrâneas no Brasil; e o **terceiro capítulo** realiza um diagnóstico crítico sobre a realidade de Manaus, destacando os impactos sanitários e ambientais, os desafios da governança local e propondo medidas para a gestão sustentável dos recursos hídricos subterrâneos, com destaque para a criação de um Comitê de Águas Subterrâneas e a implementação de zoneamento hidrogeológico.

A relevância social, acadêmica e ambiental da pesquisa reside em oferecer subsídios concretos para a formulação de políticas públicas eficazes, que assegurem a conservação dos aquíferos como patrimônio público e garantam o direito humano ao acesso à água de qualidade, contribuindo para a proteção da saúde, a redução das desigualdades e a sustentabilidade socioambiental de Manaus.

Capítulo 1

DIREITO À ÁGUA E AO SANEAMENTO AMBIENTAL COMO UM DIREITO CONSTITUCIONAL

1.1. O Direito à Água e ao Saneamento Ambiental

A universalização do acesso à água potável e ao saneamento ambiental constitui condição fundamental para a concretização da dignidade da pessoa humana, da saúde pública e da justiça socioambiental.

O direito de acesso à água e ao saneamento ambiental está intrinsecamente relacionado aos direitos fundamentais assegurados pela Constituição Federal de 1988. O artigo 196 da Carta Magna garante o direito à saúde, devendo esta ser promovida mediante políticas sociais e econômicas voltadas à redução dos riscos de doenças e agravos advindos de carências nas condições de vida da população.

Nesse sentido, conforme Petrella (2002, p. 84):

[...] ter acesso à água, no entanto, não é questão de escolha. Todos precisam dela. O próprio fato de que ela não pode ser substituída por nada mais faz da água um bem básico que não pode ser subordinado a um único princípio setorial de regulamentação, legitimação e valorização; ela se enquadra nos princípios do funcionamento da sociedade como um todo. Isso é bem comum, básico a qualquer comunidade humana.

A água se insere no princípio da dignidade da pessoa humana, pois é essencial à vida cotidiana. Assim, o acesso à água é classificado como um bem social, um bem comum fundamental para qualquer comunidade humana (SARLET, 2007).

Por tratar-se de um recurso natural escasso, é dever do Poder Público promover o planejamento ambiental voltado ao uso racional da água, reconhecendo seu caráter de direito humano fundamental (SILVA FILHO, COSTA, 2017).

Com o passar dos anos, e diante do avanço da degradação ambiental, tornou-se evidente a vulnerabilidade dos recursos hídricos disponíveis no planeta, despertando a preocupação com o controle da água para o consumo humano, bem como com sua manutenção e conservação para as gerações futuras.

Segundo BORSOI e TORRES (1998), a demanda por água é influenciada por fatores como padrões culturais da sociedade, níveis de renda e localização (urbana ou rural), o que revela um aspecto alarmante. Segundo os pesquisadores, dados da Organização Mundial da Saúde indicam que a população rural em países desenvolvidos consome de 35 a 90 litros de água por habitante/dia, enquanto em países subdesenvolvidos o consumo pode ser inferior a 5 litros por habitante/dia. Em áreas urbanas, o consumo varia de 150 litros por habitante/dia, em

locais sem rede de esgoto, e até 1.500 litros por habitantes/dia em zonas urbanas com edificações verticalizadas (edifícios e apartamentos).

Segundo PENA (2020), existe uma acentuada desigualdade no consumo de água per capita entre os países, sendo que muitos não atingem o mínimo de 100 litros por pessoa por dia, conforme recomendado pela ONU. A China, por exemplo, enfrenta limitações relacionadas à escassez hídrica em razão de sua grande população distribuída em áreas desérticas. Além disso, diversas regiões do mundo enfrentam estresse hídrico — situação em que o consumo de água ultrapassa a capacidade de renovação do recurso —, como ocorre em países do Oriente Médio, na Índia e até mesmo em partes do Brasil.

A seguir, uma lista (imagem 1) com índice comparativo entre alguns países do consumo diário per capita de água:

País	Consumo per capita (litros/dia para cada habitante)
Estados Unidos	575
Itália	385
México	365
Noruega	300
Alemanha	195
Brasil	185
Índia	135
China	85
Gana	35
Etiópia/Haiti	15

Fonte: PENA (2020) (Imagem 1)

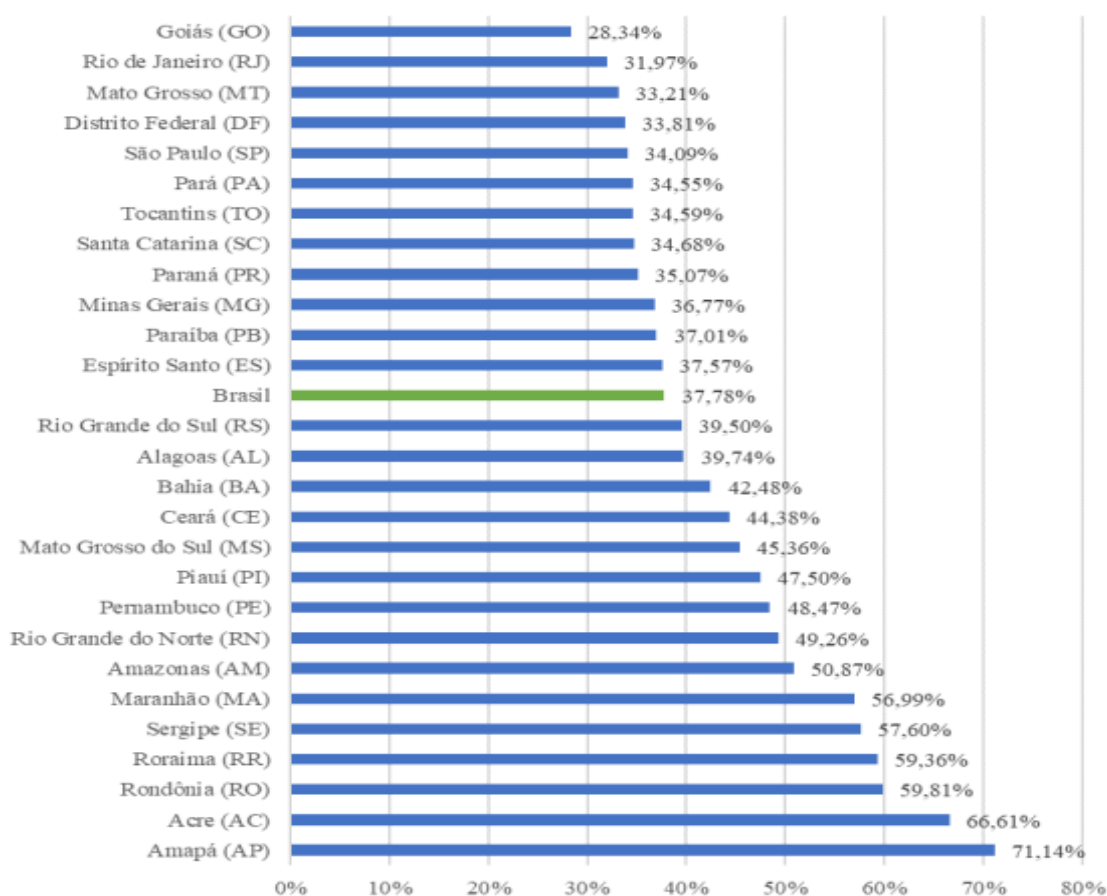
Na indústria, uma fábrica de cerveja utiliza, em média, 20 m³ de água para produzir 1 m³ de cerveja, sem contar com a água usada na manutenção das instalações. Conforme Silva Filho (2018), em palestra no 8º Fórum Mundial da Água, a produção de 1 kg de carne bovina demanda cerca de 16 mil litros de água.

A expressão "saneamento básico" engloba diversos serviços, embora não tenha sido mencionada de forma explícita na Constituição Federal de 1988. Essa lacuna foi suprida pela Lei nº 11.445/2007, recentemente alterada pela Lei nº 14.026/2020, que passou a definir o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações voltados para o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2025), apesar das garantias legais, ainda existem desafios estruturais na implementação do direito à água e ao saneamento. Cerca de 32 milhões de brasileiros não têm acesso à água tratada, e aproximadamente 90 milhões não possuem acesso à coleta de esgoto. Apenas 52,2% do esgoto gerado no país é tratado. Os sistemas de distribuição de água apresentam perdas médias de 37,8%, o que seria suficiente para abastecer mais de 67 milhões de pessoas em um ano. Essas falhas afetam, sobretudo, famílias numerosas e jovens, impactando diretamente a saúde da população.

O Instituto Trata Brasil (2025) menciona as perdas ocorrem devido a vazamentos, falhas na medição e consumo irregular. O Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), por meio da Portaria nº 490/2021, estabelece que o índice aceitável de perdas deve ser, no máximo, de 25%. Porém, a média nacional é de 37,8%, indicando que uma parte significativa do recurso é perdida nos sistemas de distribuição antes de chegar às residências.

Imagem 2 – Perdas na distribuição por Estado:



Fonte: SNIS (2022). Elaboração: GO Associados.

Os dados apresentados pelo Instituto Trata Brasil (2025), são os mais recentes disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS, 2022). A análise do instituto conclui que é essencial que ocorra a redução dessas perdas, para ampliar o abastecimento de água para mais habitantes. Conforme a imagem 2, temos que sete Estados brasileiros perdem mais da metade da água produzida: Amapá (AP), Acre (AC), Rondônia (RO), Roraima (RR), Sergipe (SE), Maranhão (MA) e **Amazonas (AM)**, cinco dos quais pertencem à Região Norte e dois a Região Nordeste, que são as regiões com maiores disparidades e desafios nos serviços de saneamento.

Região Norte enfrenta desafios com milhões de habitantes sem acesso ao básico, isso se deve pela falta de infraestrutura de saneamento. Segundo dados do SNIS (2022), a Região Norte abriga mais de 17 milhões de habitantes, sendo que 6,5 milhões não têm acesso à água tratada e quase 15 milhões não possuem coleta de esgoto. Apenas 19,8% do esgoto gerado na região é tratado.

O DATASUS (2022) registra mais de 32 mil internações na região por doenças decorrentes da falta de saneamento, resultando em 228 óbitos e mais de 12 milhões em despesas públicas com saúde.

Tabela 1 – Indicadores de saneamento dos estados da Região Norte

Localidade	População sem acesso à água (pessoas)	População sem coleta de esgoto (pessoas)	Índice de esgoto tratado referido à água consumida (%)	Internações por doenças associadas à falta de saneamento (Número de internações)
Acre	431.559	742.635	0,7%	1.039
Amapá	389.399	694.251	14,2%	526
Amazonas	805.951	3.381.021	20,2%	5.670
Pará	3.972.978	7.428.733	8,7%	17.678
Rondônia	696.531	1.440.625	9,8%	4.716
Roraima	131.171	219.401	81,3%	1.054
Tocantins	89.180	970.348	32,3%	1.802

Fonte: Painel Saneamento Brasil (SNIS e DATASUS 2022)

Conforme tabela 1, o Painel Saneamento Brasil (SNIS/DATASUS, 2022), o Estado do Amazonas apresenta os piores indicadores: mais de 800 mil habitantes sem acesso à água potável e mais de 3,3 milhões sem coleta de esgoto. A ausência de infraestrutura básica no saneamento favorece a disseminação de doenças como diarreia, hepatite, esquistossomose e leptospirose.

A água é essencial à vida e a quase todos os processos produtivos humanos, sempre foi vista pela humanidade como fonte inesgotável da natureza. Contudo, seu acesso no Brasil é uma questão de política pública e social, pois os investimentos em infraestrutura hídrica são marcados por desigualdades, uma vez que os investimentos em infraestrutura hídrica se concentram nos grandes centros urbanos e regiões mais desenvolvidas, enquanto áreas rurais e comunidades periféricas são historicamente negligenciadas.

A Constituição Federal, em seu artigo 225, estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo ele de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Em consonância com essa diretriz e o Estado Brasileiro preocupado com a conservação ambiental, especialmente da água, editou a Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, com princípios que reconhecem a água como bem de domínio público, recurso natural limitado e de valor econômico, com vistas aos objetivos de assegurar à atual e às futuras gerações, sua disponibilidade em padrões de qualidade adequados.

A Amazônia concentra a maior reserva de água doce do planeta, e Manaus, situada no coração da floresta, apresenta rica biodiversidade, inclusive a hídrica. Para os historiadores é

conhecida como a ‘Paris dos Trópicos’. Segundo o IBGE (2017), a capital amazonense era a oitava cidade mais rica do país, em razão da Zona Franca de Manaus, responsável por mais de 50% da arrecadação da região Norte.

O acesso à água potável e ao esgotamento sanitário é essencial à saúde e à qualidade de vida, sendo reconhecido como direito humano fundamental pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2010), o que impõe ao Estado brasileiro não apenas obrigações internas constitucionais, mas também compromissos internacionais, devendo serem garantidos de forma universal, acessível e segura, e pela Constituição Federal (artigo 225). No entanto, existem divergências nos critérios de universalização do acesso e nos indicadores utilizados como base para os investimentos públicos. Estudos indicam que os índices de atendimento consideram majoritariamente áreas urbanas centrais, ignorando populações rurais e periféricas que mais necessitam de infraestrutura sanitária (HELLER, 2015; PAZ et al., 2021; ALEIXO et al., 2016).

Além disso, não há consenso sobre o uso da expressão "direitos humanos" em relação à universalização do acesso à água e ao esgotamento sanitário. Para BAKKER (2007), em diversos países, os direitos humanos são compatíveis com a provisão de água por setores privados, sendo que muitas empresas utilizam o discurso do direito humano à água para explorá-la como mercadoria e entrar no chamado "mercado da água" (PAZ et al., 2021).

Como alternativa, ao uso da expressão água e esgotamento sanitário enquanto direitos humanos, autores como DARDOT e LAVAL (2014) propõem o conceito de "comuns" (commons), defendendo que a água deve ser tratada não apenas como um direito humano, mas como um bem comum, cuja gestão é responsabilidade coletiva. Esse entendimento visa combater a privatização e a exclusão de populações vulneráveis, pois, quando tratada como mercadoria passa a ser considerada um bem econômico, sua racionalização está associada a seu preço, e quanto mais escassa, mais se está disposto a pagar por ela, a água se torna inacessível para muitos, excluindo populações vulneráveis de seu uso. Nesse sentido, considera-se que investimentos em água e saneamento devem ser orientados por tecnologias apropriadas e pelas peculiaridades locais e regionais, superando desigualdades territoriais, sociais e econômicas (PAZ et al., 2021).

A democratização do acesso à água e ao saneamento, deve ser guiada pela ideia de que as melhorias nas condições de acesso aos serviços devem priorizar os grupos socialmente excluídos, contribuindo para a redução das desigualdades (ALEIXO et al., 2016, p. 64). Os autores destacam ainda a importância de considerar os elementos de iniquidade presentes na oferta dos serviços, os quais refletem aspectos macroestruturais, demográficos, socioeconômicos, políticos e culturais, que afetam as realidades locais. Assim, a busca pela

universalização deve estar alinhada aos princípios da justiça ambiental, promovendo ações concretas que contemplem as populações historicamente excluídas para se alcançar a universalização almejada. (PAZ et al., 2021)

1.1.1. Justiça Hídrica

A justiça hídrica é uma abordagem que visa assegurar a distribuição equitativa do acesso à água, com base na ideia de que a desigualdade estrutural nos serviços de saneamento e abastecimento deve ser combatida como forma de garantir a cidadania plena e os direitos fundamentais. Trata-se de uma noção que articula princípios da justiça ambiental, justiça social e equidade territorial, reconhecendo que populações historicamente excluídas – especialmente periféricas, rurais, indígenas e ribeirinhas – continuam sendo as mais afetadas pela ausência de infraestrutura hídrica adequada (ALEIXO et al., 2016; HELLER, 2015).

A perspectiva da justiça hídrica propõe que os investimentos em saneamento e acesso à água sejam priorizados de forma redistributiva, superando as lógicas de mercado que tendem a privilegiar regiões mais centrais ou economicamente rentáveis. Para isso, deve-se considerar não apenas os indicadores técnicos de cobertura, mas também os fatores socioambientais que revelam os maiores graus de vulnerabilidade. FRACALANZA, JACOB e EÇA (2013) e HELLER (2015) destacam que políticas públicas eficientes nesse campo precisam levar em conta as condições reais de acesso, a percepção das comunidades e a efetividade dos serviços prestados.

A justiça hídrica também se apoia em princípios da gestão participativa e do controle social. A universalização do acesso à água depende de mecanismos que envolvam a população nas decisões sobre os recursos hídricos, garantindo transparência, fiscalização e adequação cultural das soluções adotadas. Essa concepção exige a articulação de diferentes setores – saúde, meio ambiente, urbanismo, educação – para desenvolver políticas intersetoriais e sustentáveis.

A concretização material desse direito exige arcabouço jurídico robusto capaz de transformar prerrogativas morais em deveres estatais exigíveis. Por isso, a seguir analisamos o **regime jurídico** que sustenta e operacionaliza tais garantias.

1.2. Regime Jurídico do Acesso à Água e ao Saneamento

O regime jurídico que estrutura o direito de acesso à água e ao saneamento no Brasil é multifacetado, envolvendo normas federais, estaduais e municipais. No cerne de todo esse sistema, conferindo validade e direção a toda a legislação subsequente, encontra-se a Constituição Federal de 1988. Verdadeiro marco paradigmático na proteção dos direitos

fundamentais e dos interesses metaindividuais, a Carta Magna estabelece os princípios essenciais, como a dignidade da pessoa humana, o direito à saúde e o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, dos quais o direito à água é derivado. Portanto, qualquer análise aprofundada desse regime jurídico deve, necessariamente, começar por seus fundamentos constitucionais.

1.2.1. Fundamentos Constitucionais do Direito à Água

A Constituição Federal de 1988 introduziu um novo paradigma de proteção aos direitos fundamentais, incorporando entre suas disposições normas ambientais e sociais que garantem o direito ao acesso à água e ao saneamento. Com a Constituição de 1988, surgem direitos e garantias fundamentais visando uma proteção dos interesses meta-individuais do povo brasileiro. Dentre os princípios protegidos, está o artigo 5º, inciso II, que estabelece o princípio da legalidade, segundo o qual ninguém será obrigado a fazer ou deixar de fazer algo senão em virtude de lei. Esse princípio oferece proteção à relação Administração e administrado, bem como às relações privadas, que para garantia da coletividade, somente poderão executar atos autorizados por lei.

O direito à água e ao saneamento ambiental possui natureza constitucional e representa expressão direta da dignidade da pessoa humana (art. 1º, III, CF/88), fundamento da República Federativa do Brasil.

A Constituição Federal garante expressamente, no art. 6º, o direito social à saúde e, no art. 196, estabelece que “a saúde é direito de todos e dever do Estado”, devendo ser assegurada por meio de políticas públicas que visem à redução do risco de doenças, muitas das quais estão relacionadas à precariedade no saneamento básico.

Nesse contexto, a água deve ser compreendida como bem essencial à vida e componente necessário para garantir condições mínimas de saúde e qualidade de vida. José Afonso da Silva (2013) explica que a Constituição de 1988, ao tutelar o meio ambiente no art. 225, o faz em conexão com o direito à vida e à saúde, reconhecendo que a proteção ambiental inclui a defesa da qualidade das águas

A água, por sua vez, está intrinsecamente vinculada à proteção ambiental consagrada no artigo 225 da Constituição, que reconhece que “todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”. Este dispositivo impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Com base no texto Constitucional, que por meio ambiente, deve-se entender o complexo de relações entre o mundo natural e os seres vivos, entendendo ecologia no domínio científico que se dedica aos estudos dessas relações e ecossistema como conjunto de relacionamentos mútuos entre determinado meio ambiente e a flora, a fauna e os micro-organismos que nele habitam, e que incluem fatores de equilíbrio geológico, atmosférico, meteorológico e biológico, sendo os mais ameaçados os ecossistemas de água doce, terras alagadiças, recifes de coral, ilhas oceânicas, áreas de clima mediterrâneo, florestas úmidas tropicais, dentre outros. (SILVA, 2020)

A água sendo um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, não se lhe pode negar a natureza jurídica de bem difuso ambiental. Sua utilização, por este motivo, está condicionada à manutenção do equilíbrio ecológico do ambiente. O que não significa que todo e qualquer uso implique um desequilíbrio juridicamente relevante, mas configura um limite fundado na sustentabilidade ambiental, que deve ser observado por todos: Poder Público e coletividade.

Observa-se, que o direito ao meio ambiente se relaciona com o próprio direito à vida do qual é uma de suas manifestações, como bem observa José Afonso da Silva que

as normas constitucionais assumiram a consciência de que o direito à vida, como matriz de todos os demais direitos fundamentais do homem, é que há de orientar todas as formas de atuação no campo da tutela do meio ambiente. SILVA, José Afonso da. Curso de direito constitucional positivo, p. 708.

O texto constitucional com a tutela do direito ao meio ambiente, ao prever no § 3º do art. 225 que:

as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Tema meio ambiente é mencionado ainda na Constituição, ao discriminar as competências dos entes federativos (art. 23, VI e VII; art. 24, VIII); ao estabelecer os princípios da ordem econômica e financeira (art. 170, VI; art. 174, § 3º); ao inserir o ambiente de trabalho no conceito do meio ambiente (art. 200, VIII); e ao incluir no conceito de patrimônio cultural brasileiro os sítios de valor ecológico (art. 216, V). Note-se ainda que são garantias constitucionais de proteção do direito ao meio ambiente a ação popular (art. 5º, LXXIII) e a ação civil pública (art. 129, III).

Uma busca incansável pela garantia e valorização dos direitos fundamentais, necessários a uma boa qualidade de vida dos cidadãos brasileiros, consequentemente um bem para toda a humanidade, tudo isso para que futuramente se possa colher os frutos de uma sociedade sadia e de um meio ambiente equilibrado. (SILVA, 2020)

Ao analisar a distribuição de competência relacionada à questão da água na constituição federal, faz-se necessário um entendimento para que não se parem dúvidas quanto a quem pertence o tema água e saneamento básico.

A Constituição Federal trata no capítulo VI, Título VIII sobre a questão do Meio Ambiente, que definiu que todos os corpos hídricos passam a domínio público, dividindo em apenas domínio da União e domínio dos Estados para as águas. Não havendo, portanto, águas municipais. Dessa premissa, discorda POMPEU (2006), que afirma ser de domínio municipal as águas que nascem e deságuam no mar dentro do perímetro do município por força do art. 30 da CF. (Silva, 2020)

A Constituição foi bem clara ao tratar da competência para legislar sobre recursos hídricos, quando reza no art. 22, inciso IV que compete privativamente à União legislar sobre águas, podendo lei complementar autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas. No art. 26 da Constituição Federal, que “incluem-se entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito”.

De forma clara a Constituição Federal, define que a União é competente para legislar sobre o Direito de Águas, e aos Estados e Distrito Federal, legislar sobre normas meramente administrativas, que se destinam a gestão dos recursos hídricos em seu domínio, sendo vedado, segundo MOTA (2004) criar, alterar ou extinguir direitos, de modo que não podem legislar sobre Direito das Águas. Quando a competência pertencer a União e aos Estados conjuntamente, é de entendimento da doutrina majoritária que a competência da União será para estabelecer normas gerais que devem ser iguais para todos os Estados, e estes devem detalhar as normas gerais de modo a adequá-las às peculiaridades regionais. (SILVA, 2020)

Encontramos, também no Código de Águas (Decreto nº 24.643, de 10/07/1934) a possibilidade de águas de caráter privado em seu Capítulo III, art. 8º, artigo atualmente revogado, uma vez que a Constituição Federal excluiu por completo essa abertura anteriormente prevista, quando elencou entre os bens da União (art. 20, III, V, VI, VIII, IX CF/88) diversas possibilidades em que a água pode ser incluída, excluindo qualquer possibilidade da existência de águas particulares.

Complementarmente, o artigo 20 define entre os bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água que banhem mais de um estado, sirvam de limite com outros países ou se estendam ao território estrangeiro. O artigo 26, por sua vez, confere aos Estados a titularidade das águas que se encontram exclusivamente em seus territórios, sejam elas superficiais ou subterrâneas.

CF/88, Art. 20. São bens da União:

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva;

VI - o mar territorial;

VIII - os potenciais de energia hidráulica;

IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

A Seção V, Capítulo III do Código Civil (art. 98 a 103) trata dos bens públicos e os define como os pertencentes às pessoas jurídicas de direito público interno, classificando como de uso comum do povo, “tais como rios, mares” além de outros, portanto, a água. Faz-se necessário observar que o próprio Código Civil apresenta os bens públicos de uso comum do povo fazendo questão de utilizar o vocábulo “tais como” expressão que demonstra claramente não ser esta uma lista fechada, mas meramente exemplificativa.

A Constituição apresenta também como competência da União, Estados e Municípios, conforme o art. 23, VI e XI, da Constituição, atuar de modo a proteger o meio ambiente e executar medidas necessárias ao combate da poluição em qualquer de suas formas, dentre as quais a poluição dos rios, correntes de água e aquíferos subterrâneos, e ainda faz questão de definir que é de competência comum dos entes da federação o registro, acompanhamento e fiscalização das concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos nos respectivos territórios, ao que visa facilitar a fiscalização, que deixa de atuar de forma centralizada (exclusivamente sob as vistas da União), e passa a ser executada de forma descentralizada, diminuindo o campo de atuação isolada de cada ente visando a uma maior eficácia nos meios empregados à conservação do meio ambiente. (SILVA, 2020)

As águas também tocam a competência concorrente definida no art. 24 da Constituição para legislar sobre: pesca, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição e responsabilidade por danos ao meio ambiente, por exemplo, limitando-se à União, nestes casos a elaborar normas gerais, cabendo aos Estados a elaboração de normas mais específicas. Inexistindo normas federais que regulem os assuntos, compete aos Estados sua elaboração, sobrevivendo lei federal a eficácia da lei Estadual é suspensa, no que for contrário a lei federal.

Observa Pompeu (2006) que os Estados têm o poder-dever de administrar, o que torna indispensável uma interpretação do texto constitucional no sentido de permitir que isso ocorra. Do contrário, sua inclusão entre os bens das unidades da federação seria inócua, pois em um Estado de direito é impossível gerir sem editar normas, sob a forma da lei. Não pode ser negada aos Estados a competência para expedir normas administrativas sobre a gestão das águas de seu

domínio. O que lhes é vedado é criar direito sobre águas, matéria privativa da União. (SILVA, 2020)

1.2.2. Constitucionalismo ambiental estrangeiro e sua influência

A CF/88 não surgiu isolada no contexto mundial, mas dialogou com avanços normativos em constituições estrangeiras.

A análise comparativa de modelos internacionais acesso a água e saneamento permite identificar boas práticas que podem inspirar o aprimoramento das políticas públicas brasileiras. Países com altos índices de cobertura e qualidade nos serviços de água e esgoto adotam estratégias distintas, mas convergem em princípios como universalização, regulação eficiente e participação social.

No Uruguai, a Constituição foi alterada em 2004 para reconhecer explicitamente o acesso à água potável e ao saneamento como direitos humanos fundamentais em seu art. 47 (MORAES; LABONARSKI, 2016). Desde então, o país adota um modelo público e descentralizado, com gestão estatal realizada pela empresa OSE (Obras Sanitarias del Estado), que alcança quase universal de cobertura de água tratada. A reforma constitucional também proibiu a privatização dos serviços de água, reforçando o controle público.

Artigo 47. A proteção do meio ambiente é de interesse geral. As pessoas devem abster-se de qualquer ato que cause grave depredação, destruição ou poluição do meio ambiente. A lei regulará esta disposição e poderá prever sanções para os infratores. A **água** é um recurso natural essencial à vida. O **acesso à água potável e ao saneamento** constituem direitos humanos fundamentais. (URUGUAI. Constituição da República Oriental do Uruguai, 1967).

Segundo José Afonso da Silva (2013), destaca algumas constituições que fazem referência a água e ao meio ambiente, como a Constituição da República Federal da Alemanha de 1949, que dispõe sobre fauna, flora e combate à poluição.

A Constituição da Suíça no art. 24 traz previsão específica quanto à proteção da água, evidenciando que a União federal tem competência para legislar sobre a proteção das águas superficiais e subterrâneas. Ainda na Constituição da Bulgária e na Constituição da URSS, há a consagração expressa da proteção da água e dos bens naturais como pressuposto essencial à cidadania e ao bem-estar do povo. (SILVA, 2013)

Esses paradigmas influenciaram a incorporação do meio ambiente equilibrado como direito fundamental no Brasil, bem como a disciplina jurídica da água no ordenamento interno.

Na África do Sul, a Constituição de 1996 estabelece que todo cidadão tem direito a uma quantidade básica de água suficiente para a dignidade humana. O país implementa o programa Free Basic Water, que assegura a distribuição gratuita de 6.000 litros por família por mês, como

direito universal. Embora enfrente desafios de desigualdade, esse modelo combina uma abordagem de justiça social com mecanismos de tarifação progressiva e subsídios cruzados. (QUINTSLR; FERREIRA, 2023)

Comparando com o Brasil, observa-se que, apesar de o direito à água e ao saneamento estar implícito na Constituição Federal e reconhecido por tratados internacionais ratificados, ainda persiste uma lacuna significativa entre o marco legal e a realidade concreta. A desigualdade regional, a fragmentação na gestão e a ausência de regulação efetiva comprometem a universalização.

A Lei nº 14.026/2020 buscou modernizar o marco legal brasileiro, mas enfrenta críticas quanto ao risco de privatização sem garantia de acesso equitativo em áreas pobres. Diferentemente de países como Uruguai e África do Sul, onde o reconhecimento formal do direito à água tem efeitos vinculantes na gestão, no Brasil esse reconhecimento ainda depende de políticas públicas efetivas e controle social robusto para ser plenamente realizado.

Portanto, a experiência internacional evidencia que o sucesso da gestão hídrica e do saneamento depende de fatores como: (i) regulação forte e transparente; (ii) compromisso constitucional e normativo com a universalização; (iii) prioridade a populações vulneráveis; e (iv) articulação entre os entes federativos. Tais elementos devem guiar o aprimoramento do modelo brasileiro rumo à efetividade do direito à água e ao saneamento.

Tabela 2 – Panorama internacional

País	Modelo	Elemento distintivo
Uruguai	Público (OSE)	Constituição proíbe privatizar
África do Sul	Free Basic Water	6 m ³ grátis por mês

Feito pelo Autor (Tabela 2)

1.2.3. Jurisprudência Constitucional e Infrações Ambientais

O acesso à água e ao saneamento básico, enquanto direitos fundamentais e ambientais, tem sido objeto de diversas decisões judiciais no Brasil. O Supremo Tribunal Federal (STF) e o Superior Tribunal de Justiça (STJ) vêm consolidando entendimento de que a omissão do poder público na garantia desses direitos configura violação à dignidade da pessoa humana e ao princípio da vedação ao retrocesso social.

No julgamento da ADPF 708/DF (BRASIL, 2023), o STF reconheceu a obrigação do Estado brasileiro de implementar políticas públicas voltadas à mitigação de impactos

ambientais e à efetivação dos direitos fundamentais socioambientais, reforçando a importância da atuação do poder público no cumprimento de metas climáticas e ambientais. Embora essa decisão se relacione ao clima, sua fundamentação é plenamente aplicável à questão do saneamento e acesso à água.

Ocorre que, a despeito da sua importância, e como relatado na inicial, **o Fundo Clima realmente permaneceu inoperante durante todo o ano de 2019 e parte do ano de 2020**. Segundo Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, tal inoperância se deveu à falta de nomeação do Comitê Gestor do Fundo **porque o Executivo pretendia, antes de dar destinação aos recursos, alterar a sua composição**. Segundo o mesmo documento: a nova composição do Comitê privilegia a representação e a participação do setor **privado em detrimento da participação da sociedade civil organizada**, ao contrário da antiga composição. (BRASIL, 2023)

Em outra decisão de grande relevância para a governança ambiental, especialmente para a Amazônia, o STF se manifestou na Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão (ADO) 59 (BRASIL, 2022). Neste caso, a Corte analisou a omissão da União diante da paralisação do Fundo Amazônia, cujas atividades foram suspensas após decretos que alteraram sua estrutura de governança e impediram o financiamento de novos projetos de conservação.

Ao julgar a ação, o STF considerou a omissão inconstitucional, invalidou os decretos e determinou que a União, em um prazo de 60 dias, adotasse as providências para reativar o fundo sob suas regras originais, estabelecidas no Decreto 6.527/2008. Assim como na decisão sobre o Fundo Clima (ADPF 708/DF), a atuação do STF na ADO 59 reforça o papel do Judiciário como garantidor da continuidade das políticas ambientais, impedindo que paralisações arbitrárias de fundos estratégicos comprometam o dever constitucional de proteção ao meio ambiente.

O STJ (BRASIL, 2025) no REsp 1.631.143, por sua vez, já decidiu que o funcionamento de poços artesianos sem autorização do órgão competente configura infração ambiental, sujeita à penalidade administrativa e à reparação do dano, conforme determina o artigo 14, §1º, da Lei nº 6.938/1981. Em diversos julgados, reconheceu-se que a perfuração e operação de poços sem outorga caracteriza danos ao meio ambiente e à saúde pública, legitimando ações civis públicas promovidas pelo Ministério Público Estadual e Federal.

Na responsabilidade civil por dano ambiental, há solidariedade entre os poluidores. Tal decorre da Lei n. 6.938/1981, cujo art. 14, § 1º, dispõe sobre o dever de indenizar ou reparar danos independentemente de culpa, sendo o poluidor – pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado – responsável, direta ou indiretamente, pela atividade causadora da degradação ambiental. (BRASIL, 2025)

Além disso, o Tribunal de Contas da União (TCU), em acórdão 2.392/2022-TCU-Plenário Sessão de 26/10/2022 (BRASIL, 2022), deu ciência ao Ministério do Desenvolvimento Regional, que é presidente do Comitê Interministerial de Saneamento Básico, de que a inoperância do Comitê pode comprometer a implementação do Novo Marco Legal do

Saneamento Básico, inclusive no que concerne à efetividade da alocação dos recursos federais e da interlocução com outras políticas. Além disso, foi recomendado à Secretaria Nacional de Saneamento que promova esforços para fornecer o apoio institucional e técnico-administrativo, de forma a subsidiar a efetiva atuação do Comitê. Por fim, foi informado ao Ministério da Economia a necessidade de avaliar a conveniência e a oportunidade de apoiar a estruturação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, tendo em vista a sua competência de promover a lotação ou o exercício de servidores federais na autarquia, conforme a Lei 14.026/2020.

Os Ministérios Público Federais e Estaduais também atuam na defesa do direito à água como bem público. Em atuações no Amazonas, por exemplo, foram determinadas medidas emergenciais para evitar a contaminação de aquíferos e a proliferação de poços ilegais, com base nos princípios da prevenção e precaução ambiental. Alinhado ao projeto nacional “Sede de Aprender”, o Ministério Público do Estado do Amazonas (MPAM) (AMAZONAS, 2025), em parceria com o Tribunal de Contas do Estado (TCE-AM), dará início a uma série de fiscalizações em escolas públicas com o objetivo de verificar as condições de acesso à água potável e saneamento básico. Coordenada pelo Centro de Apoio Operacional de Proteção e Defesa dos Direitos Constitucionais do Cidadão, dos Direitos do Consumidor e da Defesa do Patrimônio Público (CAO-PDC), a ação irá acontecer de forma simultânea em vários MPs do Brasil. No interior, as ações serão coordenadas pelas Promotorias de Justiça da municipalidade.

Portanto, a jurisprudência brasileira tem reconhecido a gravidade das infrações ambientais relacionadas ao uso indevido da água e à omissão estatal, reafirmando o direito fundamental à água como parte integrante de um meio ambiente equilibrado e de uma vida digna.

Tabela 3 – Jurisprudência relevante

Tribunal	Caso	Resultado	Impacto
STF	ADPF 708/DF	Dever estatal de mitigação ambiental	Reforça políticas hídricas
STJ	Poços ilegais (REsp) 1.631.143	Dano ambiental presumido	Exige reparação e multa
TCU	Acórdão 2.392/2022	Falhas na fiscalização	Recomenda planos corretivos

Feito pelo Autor (Tabela 3)

1.2.4. Águas Subterrâneas no Direito Brasileiro

A distribuição desigual de infraestrutura revela a importância de fontes alternativas, entre as quais se destacam as águas subterrâneas exploradas por poços artesianos.

As águas subterrâneas, embora menos visíveis, são estratégicas para o abastecimento público, especialmente em regiões com escassez de fontes superficiais ou com baixa cobertura de rede. No Brasil, esse tipo de recurso é regulamentado pelas mesmas bases legais que estruturam o sistema de recursos hídricos, sendo considerado bem público, sujeito à gestão descentralizada e à outorga de direito de uso.

A Constituição Federal estabelece, no artigo 26, inciso I, que pertencem aos Estados as águas superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e em depósito que se encontrem em seus territórios, salvo aquelas que banham mais de um estado, casos em que são bens da União (art. 20, inciso III). O uso de aquíferos, lençóis freáticos e poços artesianos depende de outorga emitida pelo órgão gestor estadual ou federal, conforme o caso, devendo seguir os critérios definidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997).

No Estado do Amazonas, por exemplo, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) é responsável por autorizar a perfuração e a exploração de poços, enquanto a Agência Nacional de Águas (ANA) coordena a gestão em corpos hídricos interestaduais e subterrâneos compartilhados. O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), também é uma importante ferramenta para o mapeamento, monitoramento e controle do uso dessas águas, tópicos estes que serão melhor desenvolvidos nos próximos capítulos.

A proteção jurídica das águas subterrâneas deve ser reforçada por políticas públicas que combinem planejamento territorial, fiscalização técnica, educação ambiental e integração federativa. Trata-se de garantir a sustentabilidade do uso desse recurso, sua função social e ecológica, e sua disponibilidade para as gerações futuras, em sintonia com os princípios constitucionais e com o direito humano à água.

O direito à água, como componente essencial à vida, está diretamente relacionado à segurança hídrica, à saúde pública e ao desenvolvimento sustentável. Esse direito tem sido amplamente reconhecido em tratados internacionais, como a Resolução nº 64/292 da Assembleia Geral das Nações Unidas (2010), que declara explicitamente que “o direito à água potável e ao saneamento é um direito humano essencial para o pleno desfrute da vida e de todos os direitos humanos”. No Brasil, embora não esteja de forma expressa na Constituição Federal, o direito à água é reconhecido como implícito nos artigos 5º, 6º e 225, integrando o conjunto dos direitos fundamentais sociais e ambientais.

Dentro desse contexto, as águas subterrâneas desempenham um papel estratégico para a efetivação desse direito, especialmente em regiões onde a cobertura da rede de abastecimento é limitada ou inexistente. Os poços artesianos, por exemplo, são responsáveis por grande parte do abastecimento de comunidades rurais, zonas periféricas urbanas e até mesmo de instituições públicas e industriais, quando não há alternativa viável por meio da rede pública.

As águas subterrâneas, captadas por meio de poços, compõem um volume significativo dos recursos hídricos disponíveis no país. Segundo dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS/CPRM), estima-se que existam mais de 2,5 milhões de poços no Brasil, sendo a principal fonte de abastecimento para cerca de 20% da população. Além disso, trata-se de uma fonte de água geralmente mais protegida contra contaminações superficiais, com características físico-químicas favoráveis para o consumo humano, desde que corretamente protegida e monitorada.

Contudo, a utilização de águas subterrâneas também requer atenção especial quanto ao seu controle e manejo. O crescimento desordenado da perfuração de poços, muitas vezes sem autorização dos órgãos competentes, tem gerado riscos à saúde e ao meio ambiente. A ausência de outorga e de fiscalização pode resultar em superexploração dos aquíferos, contaminação por fossas sépticas ou atividades antrópicas, além de conflitos pelo uso da água.

Nesse sentido, o poder público tem a responsabilidade de garantir o uso sustentável das águas subterrâneas, por meio de políticas públicas de licenciamento, monitoramento da qualidade, educação ambiental e incentivo à regularização dos poços existentes. A gestão integrada das águas, como preconiza a Lei nº 9.433/1997, exige a articulação entre os entes federativos, os órgãos ambientais e as instituições de pesquisa.

Portanto, assegurar o direito à água no Brasil passa necessariamente pelo reconhecimento da importância estratégica das águas subterrâneas e pela implementação de uma governança eficiente que promova o acesso, a segurança, a qualidade e a conservação desse recurso vital para as presentes e futuras gerações.

A análise comparativa de modelos internacionais de saneamento permite identificar boas práticas que podem inspirar o aprimoramento das políticas públicas brasileiras. Países com altos índices de cobertura e qualidade nos serviços de água e esgoto adotam estratégias distintas, mas convergem em princípios como universalização, regulação eficiente e participação social.

A articulação entre fundamentação constitucional, justiça hídrica, gestão de águas subterrâneas, indicadores sanitários, participação social e lições internacionais evidencia que a efetividade do direito humano à água depende de governança integrada e políticas públicas que priorizem populações vulneráveis, assegurem sustentabilidade dos aquíferos.

Domínio público e natureza jurídica da água, enquanto bem essencial, integra o rol dos bens públicos de uso comum do povo, previstos no art. 99 do Código Civil: "tais como rios, mares e outros bens naturais". (BRASIL, 2002)

Como destaca José Afonso da Silva (2013), a expressão "tais como" e "outros bens naturais" no art. 99 do CC revela o caráter exemplificativo da lista, permitindo incluir as águas subterrâneas e aquíferos.

O Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934), em consonância com a CF/88, não admite mais a classificação de águas particulares. A propriedade da água, em qualquer de suas formas, é sempre pública, reafirmando sua natureza de bem difuso e ambiental, indisponível à apropriação privada.

A proteção constitucional da qualidade da água está diretamente vinculada à conservação ambiental e à saúde pública. José Afonso da Silva (2013) explica que a degradação da qualidade da água compromete o direito à vida, na medida em que este é matriz de todos os demais direitos fundamentais.

A Resolução CONAMA nº 20/1986 estabeleceu as diretrizes para a classificação dos corpos d'água e sua utilização segundo classes que determinam padrões de qualidade compatíveis com usos múltiplos (abastecimento humano, conservação da fauna aquática etc.).

O Estado de São Paulo, por exemplo, tornou-se referência normativa e administrativa na proteção da água, por meio da atuação da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), que implementaram políticas públicas pioneiras no controle da poluição hídrica e no tratamento de esgotos, tema este que será melhor desenvolvido nos próximos capítulos.

1.2.4.1 Federalismo e repartição de competências

A proteção jurídica da água e do saneamento no Brasil se estrutura dentro de um Estado Federal, o que traz desafios e especificidades.

A competência comum prevista no art. 23, VI e XI da CF/88 determina que União, Estados, Distrito Federal e Municípios devem proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, incluindo a proteção dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais.

No art. 24, VI e VIII da CF/88, há competência legislativa concorrente em matéria de defesa do meio ambiente e controle da poluição.

José Afonso da Silva (2013) observa que essa competência concorrente permite que os Estados suplementem a legislação federal com normas específicas para suas realidades regionais, cabendo à União estabelecer normas gerais.

A distribuição de domínio das águas, conforme o art. 20, III e VI da CF/88, é também critério relevante no federalismo ambiental brasileiro, as águas que banham mais de um Estado ou servem de limite internacional pertencem à União;

As águas que nascem e deságuam dentro de um mesmo Estado pertencem a este, vedada a existência de águas municipais, configurando a regra geral no federalismo ambiental brasileiro, embora essa premissa seja alvo de debate doutrinário, como a tese de Pompeu (2006), que defende o domínio municipal em situações específicas.

1.2.4.2 Papel das Constituições Estaduais e Leis Orgânicas Municipais

A proteção da água não se limita à Constituição Federal, encontrando respaldo também em normas constitucionais estaduais e leis orgânicas municipais.

José Afonso da Silva (2013) destaca que as Constituições Estaduais podem disciplinar detalhadamente a proteção ambiental, desde que respeitados os limites impostos pela CF/88. O autor cita como um exemplo, a Constituição do Estado de Alagoas, que dedica capítulo específico à proteção dos recursos naturais. Outra Constituição citada pelo autor, é a da Bahia, em que a matéria está regulada no capítulo da ordem econômica e social. Assim como na Constituição do estado de São Paulo, em que está citada esta matéria, no capítulo de ordem econômica.

A Constituição do Amazonas estende-se amplamente sobre a matéria de direito ambiental nos art. 229 a 241, ingressando em uma normatividade de princípios que são do âmbito da legislação federal, como a determinação de que o desenvolvimento econômico e social deverá ser compatível com a proteção do meio ambiente, depois enumera as incumbências do Estado e de seus Municípios sob a proteção ambiental, prevista no art. 230. Estabelece áreas de preservação permanente no art. 231. Dedicar o artigo 232 para a Floresta Amazônica.

As Leis Orgânicas Municipais, por sua vez, podem instituir normas voltadas à preservação e conservação de áreas de recarga de aquíferos, delimitação de zonas de proteção e fiscalização de poços artesianos, reafirmando o papel do Município como ente federativo responsável pela política urbana e ambiental local (art. 30, I e VIII da CF/88). José Afonso da Silva (2013), cita que a competência para a política de desenvolvimento urbano é estabelecida pelo plano diretor previsto no art. 182 da CF.

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. (BRASIL, 1988)

Tabela 4 – competência entre entes federativos e fundamento constitucional:

Competência	Ente federativo responsável	Fundamento constitucional	Observação
Domínio sobre águas que banham mais de um Estado, fazem fronteira ou pertencem à União	União	Art. 20, III e VI, CF/88	Abrange águas interestaduais, internacionais, recursos hídricos da plataforma continental e zona econômica exclusiva
Domínio sobre águas que nascem e deságuam no mesmo Estado	Estado-membro	Art. 26, I, CF/88	Não há águas municipais (exceto tese minoritária de Pompeu, 2006)
Competência legislativa privativa para normas gerais sobre recursos hídricos	União	Art. 22, IV, CF/88	Lei complementar pode autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas
Competência legislativa concorrente para proteção ambiental e controle da poluição	União e Estados	Art. 24, VI e VIII, CF/88	União edita normas gerais; Estados podem suplementar
Competência comum para proteção ambiental e combate à poluição	União, Estados, DF e Municípios	Art. 23, VI e XI, CF/88	Ação cooperada para preservação e conservação dos recursos hídricos, e sua fiscalização descentralizada
Atuação dos Municípios	Municípios	Art. 30, I e VIII, CF/88	Legislar sobre interesse local; suplementar legislação federal e estadual; política urbana

Feito pelo Autor (Tabela 4)

Uma vez estabelecido o sólido alicerce jurídico e constitucional que enquadra o direito à água e ao saneamento como um direito humano fundamental, torna-se imperativo transitar da discussão teórica para a análise prática. As seções a seguir explorarão os aspectos técnicos, históricos e regulatórios desses poços, examinando como sua proliferação, muitas vezes informal, representa tanto uma solução para o déficit de abastecimento quanto um expressivo desafio socioambiental.

Capítulo 2

O ACESSO À ÁGUA DE QUALIDADE E DO SANEAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

2.1. Poços Artesianos

Poços artesianos não são um fenômeno recente, mas uma técnica de captação hídrica que acompanha a história da humanidade há milênios. Compreender sua trajetória histórica é fundamental para contextualizar sua importância atual no Brasil, país que, apesar da abundância hídrica, enfrenta desafios estruturais no abastecimento público que levaram à crescente dependência desse recurso subterrâneo.

2.1.1. Breve Histórico e Contextualização da importância das águas subterrâneas no Brasil

Ao decorrer da história humana as águas subterrâneas captadas de poços escavados ou nascentes fazem parte do cotidiano e trazem consigo um misto de superstição e simbolismos. Sinônimo de prosperidade. Fonte de abastecimento das famílias e comunidades.

Em nível de contextualização histórica, Viviane Silva (SILVA, 2020) menciona relatos bíblicos que menciona a propriedade de poços de água, como em Genesis 26, no relato de que “tornou Isaque e cavou os poços de água que cavaram nos dias de Abraão seu pai, [...], e acharam ali um poço de águas vivas. E os pastores de Gerar contenderam com os pastores de Isaque, dizendo: Esta água é nossa”.

Para Aldo Rebouças (2015) apresenta relatos de extração de águas subterrâneas através de poços desde 8.000 a.C. na cidade de Jericó (o “cacimbo” mais antigo até agora descoberto). Relata ainda poços profundos em cerca de 5.000 a.C. na China, além de registros arqueológicos de água capitada por um sistema de galerias na cidade de Nínive em 800 a.C. (SILVA, 2020)

No Brasil, com o crescimento populacional, a espoliação urbana e a impossibilidade de captação por rios, surge a preocupação com o uso e proteção das águas subterrâneas, a fim de impedir focos de contaminação dos aquíferos. Com isso passou-se a utilizar a captação de águas de poços e cacimbas desde a colonização, no entanto, considerando o fato de abundância de recursos hídricos no Brasil, inicialmente pouco houve de investimento em águas subterrâneas

A perfuração de poços artesianos no Brasil remonta ao século XIX, associada inicialmente a atividades industriais, agrícolas e abastecimento urbano em regiões secas. Com

o avanço da urbanização e a ausência de infraestrutura de abastecimento público, sobretudo nas periferias das grandes cidades, os poços se tornaram uma alternativa descentralizada e amplamente adotada pela população. Na região amazônica, a prática ganhou destaque a partir da década de 1980, impulsionada pela precariedade do saneamento e pela negligência histórica do Estado quanto à universalização do acesso à água potável (HIRATA et al, 2019).

A tendência se acentuou nos últimos 40 anos, acompanhando a expansão urbana desordenada e a ocupação de áreas irregulares, frequentemente desprovidas de rede pública de água e esgoto. A utilização intensiva de poços, somada à baixa fiscalização e à inexistência de planejamento hidrogeológico, torna o cenário preocupante do ponto de vista ambiental, sanitário e jurídico.

A água subterrânea, por sua profundidade e relativa proteção contra contaminações diretas, constitui uma das fontes mais estratégicas para o abastecimento humano, especialmente em regiões onde o acesso à água superficial é limitado ou inexistente. No Brasil, fatores como o crescimento urbano acelerado, a expansão desordenada das cidades, a precariedade da infraestrutura de saneamento básico e a baixa capacidade de fiscalização do poder público têm levado à intensificação da dependência desse recurso, muitas vezes sem o devido controle técnico e institucional.

A literatura especializada alerta para os riscos dessa prática. HIRATA et al. (2019) aponta que, embora o Brasil disponha de vastas reservas de água subterrânea, verifica-se um processo crescente de contaminação e superexploração dos aquíferos, especialmente em áreas urbanas com saneamento deficiente. Nesse sentido, a gestão sustentável das águas subterrâneas exige não apenas o fortalecimento das capacidades técnicas e operacionais dos órgãos públicos, como também a integração entre políticas públicas de saneamento, meio ambiente e saúde.

Como bem observa a abordagem de Cláudia Bittencourt e Maria Aparecida de Paula (2014), a gestão do saneamento ambiental e dos recursos hídricos deve ser articulada e sistêmica, contemplando desde a captação e o tratamento até a distribuição da água e a proteção dos mananciais, com atenção especial às fontes subterrâneas. Tal abordagem demanda a atuação coordenada de órgãos como ANA, CPRM, COSAMA, FUNASA e IPAAM, bem como a efetiva participação da sociedade civil.

Do ponto de vista normativo, o arcabouço jurídico brasileiro prevê diretrizes claras para o uso racional das águas subterrâneas, especialmente por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que define a água como bem de domínio público e de valor econômico. Contudo, a efetivação desses princípios esbarra em desafios relacionados à

articulação federativa, à fiscalização de poços clandestinos e à insuficiência de dados técnicos sistematizados.

Dessa forma, este capítulo propõe uma análise crítica e interdisciplinar sobre o acesso à água de qualidade e ao saneamento ambiental das águas subterrâneas no Brasil, e nos impactos da abertura indiscriminada de poços artesianos. Serão abordados aspectos técnicos, jurídicos e institucionais, buscando compreender os mecanismos de controle, os conflitos normativos, os efeitos da exploração desregulada dos aquíferos e as propostas de governança para um modelo sustentável e participativo.

Apesar da grande disponibilidade do recurso hídrico existente no mundo, apenas uma mínima parte está disponível para consumo humano. Se considerarmos que aproximadamente dois terços da superfície do planeta são cobertos por água. Dos quais **97%** da água da Terra é salgada e está nos oceanos e nos mares; dos **3%** restantes **2,2%** estão na forma de gelo, nos polos Norte e Sul; **0,6%** dela está embaixo da camada superficial do solo; **0,1%** está na atmosfera; e somente **0,1%** dela está disponível nos rios e lagos do planeta. Enfim: temos uma grande quantidade de água, mas ela está mal distribuída.¹

Ao se levar em consideração o uso das águas subterrâneas no mundo, a captação anual estimada de água subterrânea no mundo, a partir de 2010 (tabela 5), supera os 1.000.000 Mm³, o que a coloca como substância mais extraída do subsolo.

¹ Conforme site oficial da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, acessível através do link https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vamos-economizar-agua.

País	Extração de água subterrânea			
	Vazão anual (2010) (Mm ³ /ano)	Uso na irrigação (%)	Uso doméstico e urbano (%)	Uso industrial (%)
Índia	251.000	89	9	2
China	111.950	54	20	26
Estados Unidos	111.700	71	23	6
Paquistão	64.820	94	6	0
Irã	63.400	87	11	2
Bangladesh	30.210	86	13	1
México	29.450	72	22	6
Arábia Saudita	24.240	92	5	3
Brasil	17,580	24(*)	66(**)	10
Indonésia	14.930	2	93	5
Turquia	13.220	60	32	8
Rússia	11.620	3	79	18
Síria	11.290	90	5	5
Japão	10.940	23	29	48
Tailândia	10.740	14	60	26
Itália	10.400	67	23	10

(*) somente agricultura e pecuária

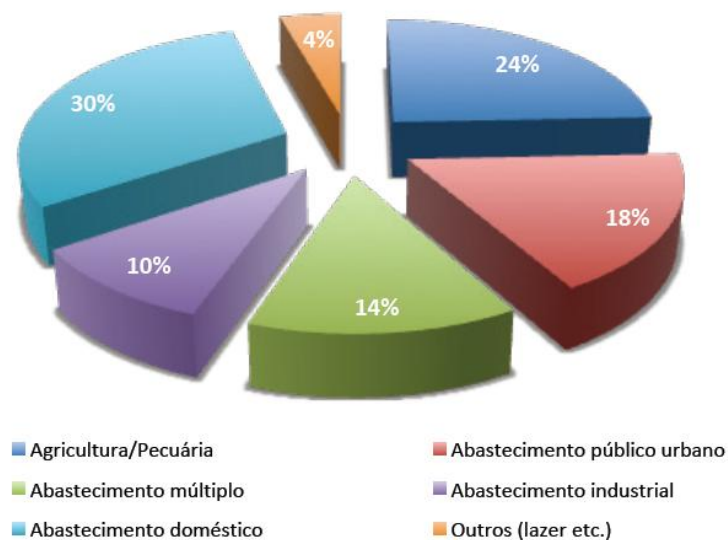
(**) inclui parcela do abastecimento rural doméstico, saneamento em indústrias e serviços urbanos.

Nações com maiores extrações anuais de águas subterrâneas para todos os usos (NGWA 2016, adaptado de Margat & van der Gun 2013, e dados próprios). (Tabela 5)

As águas subterrâneas representam, portanto, um recurso essencial à sobrevivência humana, à produção agrícola, ao desenvolvimento industrial e à manutenção dos ecossistemas naturais (HIRATA et al., 2019). No Brasil, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022), **cerca de 52% dos municípios** utilizam águas subterrâneas como fonte primária ou complementar de abastecimento, com destaque para as regiões Norte e Nordeste, onde o acesso à água superficial é mais restrito por fatores geográficos, climáticos ou estruturais.

A água subterrânea é o recurso natural mais extraído do subsolo brasileiro. O total de água bombeada, pelos mais de 2,5 milhões de poços tubulares, supera os 17.580 Mm³/ano (557 m³/s)², ou seja, volume suficiente para abastecer a cada ano a população atual brasileira ou 10 regiões metropolitanas do porte de São Paulo, o equivalente a 217 milhões de pessoas. (HIRATA, et al. 2019)

Inúmeras atividades econômicas utilizam as águas subterrâneas para suprir suas necessidades pelo país (Imagem 3), sendo o seu uso distribuído entre atendimento doméstico (30%), agropecuário (24%), abastecimento público urbano (18%) e abastecimento múltiplo (14%), no qual o destino da água é em grande parte diversificado para a prestação de serviços urbanos. (HIRATA, et al. 2019)



Perfil de usuários de água subterrânea no país (CPRM 2018). Imagem 3

O mesmo ocorre em nosso País. O Brasil tem **12%** da água doce existente no mundo, mas **80%** dessa água está na bacia hidrográfica do rio Amazonas. A nossa atitude em relação à água deve ser a de preservá-la e a de conservar sua quantidade e qualidade. A água está presente em nosso dia a dia de diversas formas, e para a produção de várias coisas, desde o papel até a energia que usamos para ligar nossa TV todos os dias. Assim, se faltar água com certeza nossa vida ficará mais difícil.

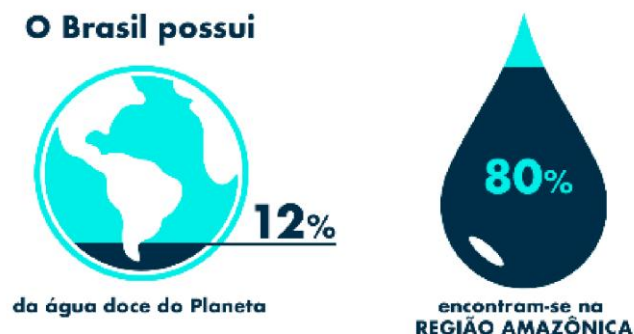


Imagem 4, quantidade de água doce

O Brasil, país de dimensões continentais, possui em seu território aproximadamente 12% de toda água doce disponível no planeta (AMORIM, 2015). Se delimitarmos, o foco em

relação à Amazônia, teremos 1/5 de toda a água doce do planeta (FONSECA, 2011) somente nesta região do globo. (SILVA, 2020)

Estudo do Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas da USP (CEPAS/USP) e Instituto Trata Brasil (2019) aponta potencial das águas subterrâneas, recurso fundamental no controle de crises hídricas e para abastecimento das cidades brasileiras

Para Édison Carlos, ex-presidente executivo do Instituto Trata Brasil, lembra:

Por não serem vistas pelas pessoas, as águas subterrâneas têm sido negligenciadas, mas temos que lembrar que não podemos ficar sem elas. Em regiões de escassez hídrica ou ineficiência no serviço de água tratada, o morador é salvo pela água dos poços. O problema é que a falta de saneamento básico as coloca em risco e pouco temos avançado nessa infraestrutura.

Já o Prof. Dr. Ricardo Hirata, um dos autores do estudo, relembra:

O potencial de uso dessas águas é muito grande, mas antes de perfurar um poço deve-se verificar as obrigações legais com o órgão responsável no Estado. É importante contratar estudo técnico para avaliar o custo, a viabilidade do poço, a qualidade da água, as questões geológicas e jurídicas. O desrespeito às exigências legais pode gerar a responsabilidade do usuário, implicando em multas ou até no fechamento do poço.

Esse recurso é ainda mais estratégico em áreas rurais e periferias urbanas, marcadas pela baixa cobertura de saneamento básico e pela precariedade da infraestrutura pública. Nessas localidades, a perfuração de poços artesianos surge como solução imediata à escassez hídrica, porém muitas vezes ocorre sem critérios técnicos, sem licenciamento ambiental e sem qualquer tipo de controle sobre a potabilidade da água. Estimativas da literatura apontam a existência de mais de 2,5 milhões de poços tubulares em funcionamento no país, sendo significativa a parcela irregular (BITTENCOURT; PAULA, 2014).

Em Manaus, capital situada sobre o aquífero Alter do Chão, a dependência das águas subterrâneas é crítica. De acordo com levantamento do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2022), há mais de 10 mil poços perfurados, sendo que muitos não estão cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), dificultando o monitoramento do volume extraído e a fiscalização da qualidade da água. A ausência de controle intensifica os riscos de contaminação por coliformes fecais, nitratos e metais pesados, sobretudo nas áreas não atendidas por rede de esgotamento sanitário.

A **Portaria GM/MS nº 888/2021** estabelece padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano, incluindo limites para contaminantes químicos e biológicos como nitrato, ferro, manganês, alumínio e coliformes, passados esses padrões de limites a água se torna inviável o consumo seguro, especialmente em poços particulares não submetidos à vigilância sanitária.

Além do uso para abastecimento, as águas subterrâneas têm importância ecológica: alimentam rios, lagos e zonas úmidas, mantendo o equilíbrio hídrico dos ecossistemas. Essa

função é especialmente sensível na Amazônia, onde o regime hidrológico e a biodiversidade estão intimamente associados à recarga natural dos aquíferos. A superexploração ou contaminação desses sistemas compromete não só a saúde pública, mas a estabilidade ambiental e econômica da região.

Segundo VILLAR e GRANZIERA (2019), a gestão das águas subterrâneas no Brasil demanda abordagem intersetorial, integrando as políticas de saneamento, uso do solo, meio ambiente e saúde pública. A governança ainda é fragilizada pela falta de articulação entre os entes federativos e pela percepção equivocada de que os aquíferos seriam reservas inesgotáveis e imunes à degradação.

Assim, a importância das águas subterrâneas transcende sua disponibilidade física: trata-se de infraestrutura estratégica para a saúde pública, a segurança hídrica, o desenvolvimento sustentável e a efetivação do direito humano à água, especialmente em regiões vulneráveis como a Amazônia Legal.

2.1.2. Conceito, Tipos e Classificação técnica

As águas subterrâneas são invisíveis à primeira vista, e representam 96% da água doce líquida disponível no planeta para consumo humano. É considerada água subterrânea toda aquela que ocorre no subsolo, independentemente do tipo de solo ou da camada da hidrosfera que ela se encontra, sempre estiveram presentes nos primórdios da história humana. (SILVA, 2020)

A classificação das águas subterrâneas é distribuída em classes pela Resolução nº 396/2018 em função de padrões de qualidade que possibilite o seu enquadramento e dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, observadas as diretrizes ambientais. Para fins didáticos, apresentaremos alguns critérios que inferem diretamente nas águas subterrâneas.

2.1.2.1. Das Águas Doces

É considerada como água doce, a água com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰. Como esclarece Rebouças (2015) é aquela que apresenta teor sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a mil mg/L, sendo a forma mais compreensível de descrever salinidade, que influencia as propriedades biológicas, químicas e físicas em ambientes aquáticos alterando diretamente a densidade e saturação da água, o que influencia a fauna e flora locais. (SILVA, 2020)

Conforme Resolução n. 357/2005 - CONAMA que trata da classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes; as águas são classificadas quanto a seus usos, dentre eles o abastecimento para consumo humano, à preservação e conservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, recreação, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, pesca, dessedentação de animais, dentre outros usos.

2.1.2.2. Das Águas Para Consumo Humano

A água para consumo humano está vinculada a sua potabilidade. É potável a água em condições apropriadas para o consumo humano, livre de contaminações, que em muitos casos são perceptíveis à olho nu (além de não ter sabor, cheiro e cor, as águas consumíveis devem estar enquadradas em parâmetros mais específicos de qualidade, que são determinados pelo Ministério da Saúde) e consequentemente sem apresentar riscos à saúde. (SILVA, 2020)

Existe água potável disponível na natureza, mas, em geral, o consumo só é seguro após passar por algum tipo de tratamento. O tratamento é importante para que as substâncias e micro-organismos capazes de causar danos à saúde sejam devidamente eliminados.

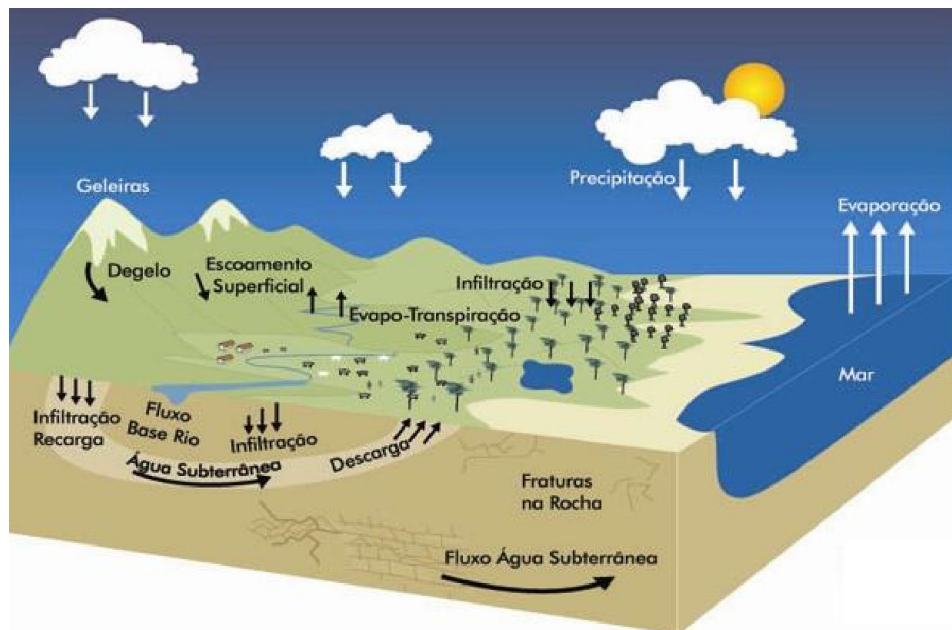
Diversos testes são realizados para análise de potabilidade de água e adequação ao consumo humano. Procedimentos de controle e de vigilância estabelecidos pelo Ministério da Saúde, com base em parâmetros físicos, químicos e biológicos preestabelecidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05/2017.

A presença de cloro na água, em regra significa que a água passou pelos processos de desinfecção e está própria para ser distribuída à população. Em quantidades seguras, cloro é uma substância utilizada para oxidar a matéria orgânica proveniente dos mananciais e que possam aparecer na rede de distribuição, eliminando e impedindo que bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças surjam e se multipliquem no percurso da estação de tratamento até as residências. (SILVA, 2020)

2.1.2.3. Das Águas Interiores

Adentrando no tema do capítulo temos as águas subterrâneas, que se enquadram na classificação de águas interiores, que em uma visão geral é apresentada pelo o Ministério do Meio Ambiente (Imagem 5) como a parcela mais lenta do ciclo hidrológico, constituindo a principal reserva de água do país, oriunda de uma parcela da chuva que se infiltra no subsolo e migram continuamente em direção às nascentes, leitos de rios, lagos e oceanos; ocorrendo em

volumes muito superiores aos disponíveis na superfície e preenchendo espaços formados entre os grânulos minerais e nas fissuras das rochas, que se denominam aquíferos.



Ciclo Hidrológico das Águas, Fonte: Ministério do Meio Ambiente (Imagem 5)

Os aquíferos, ao reterem as águas das chuvas, desempenham papel fundamental no controle das cheias; onde as águas encontram proteção natural contra agentes poluidores ou perdas por evaporação (SILVA, 2020). Assim, os aquíferos têm importância estratégica e suas funções são ainda pouco exploradas, tais como: produção, armazenamento, transporte, regularização, filtragem e autodepuração, além da função energética, quando as águas saem naturalmente quentes do subsolo. No Brasil, em geral, as águas subterrâneas abastecem rios e lagos. Por isso, mesmo na época seca, a maioria dos nossos rios é perene.

Para se extrair essas águas subterrâneas, são construídos os poços artesianos, que são estruturas destinadas à captação de água subterrânea por meio da perfuração do solo até a zona saturada de um aquífero.

Essa técnica permite o acesso a águas acumuladas naturalmente no subsolo, muitas vezes com qualidade superior à das fontes superficiais, em razão da filtração natural realizada pelas camadas geológicas (HIRATA et al., 2019).

São estruturas construídas para a extração de água subterrânea a partir de aquíferos livres, semiconfinados ou confinados. Sua classificação baseia-se principalmente na profundidade, na técnica de perfuração e no tipo de aquífero explorado.

Classificam-se em três categorias principais:

Poços Rasos (ou Cacimbas): com profundidade inferior a 30 metros, captam aquíferos livres e estão mais suscetíveis à contaminação superficial. São escavados manualmente ou com

equipamentos simples e possuem alto risco de contaminação por fontes superficiais (esgoto, lixo e agrotóxicos).

Poços Semiartesianos: entre 30 e 80 metros de profundidade, são comuns em áreas urbanas e captam águas de aquíferos semiconfinados. Apresentam menor vulnerabilidade e são comuns em áreas urbanas.

Poços Profundos (ou tubulares): geralmente com mais de 100 metros de profundidade, captam águas de aquíferos confinados, como o Alter do Chão, exigindo alto controle técnico, requerem projetos técnicos, licenciamento e outorga obrigatória. São utilizados por indústrias, hospitais e condomínios, e apresentam menor risco de contaminação se tecnicamente isolados, mas impactos relevantes em caso de superexploração.

A classificação técnica está diretamente relacionada à profundidade, ao tipo de aquífero e ao uso pretendido, sendo fundamental para determinar os riscos sanitários, a durabilidade da estrutura e a necessidade de controle público.

Segundo Hirata et al. (2019), estima-se que existam mais de 2,5 milhões de poços tubulares no Brasil, dos quais apenas cerca de 25% são devidamente registrados ou licenciados junto aos órgãos competentes.

2.1.3. Crescimento da Informalidade e Déficit de Controle

Essa expansão desordenada está ligada à **inexistência de políticas públicas universais de abastecimento**, ao déficit histórico de saneamento básico e à percepção generalizada de que os aquíferos subterrâneos seriam fontes inesgotáveis. Conforme apontado por Villar e Granziera (2019), a falta de planejamento urbano associado ao uso de poços intensifica riscos coletivos, como rebaixamento do nível freático, interferência hidráulica entre poços e contaminação generalizada de aquíferos.

A Região Amazônica situa-se sobre o Aquífero Alter do Chão, um dos maiores da América Latina, porém a falta de controle sobre os poços coloca em risco sua integridade e recarga natural.

As irregularidades legais e impactos ambientais na perfuração de poços artesanais sem autorização caracteriza **infração ambiental**, conforme a **Política Nacional de Recursos Hídricos** (Lei nº 9.433/1997), que exige outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Tal exigência visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo da extração, prevenindo o comprometimento dos aquíferos e a contaminação da água potável.

Somado a isso, a ausência de ações coordenadas entre União, Estado e Município, gerando um vácuo de governança sobre o uso das águas subterrâneas.

A irregularidade compromete não apenas o equilíbrio hidrológico, mas também a **saúde pública**, dado que muitos desses poços estão situados em áreas com baixa cobertura de esgotamento sanitário, expondo os aquíferos à infiltração de coliformes fecais, nitratos e resíduos industriais.

Portanto, a gestão adequada dos poços artesianos demanda intervenção institucional articulada, fortalecimento da regulação ambiental, investimentos em saneamento e mobilização da sociedade civil para compreender os riscos envolvidos na exploração não controlada das águas subterrâneas.

A ausência de políticas públicas eficazes de saneamento e a burocratização dos processos de licenciamento ambiental favorecem a abertura indiscriminada de poços por empresas privadas ou por autoconstrução.

Essa informalidade dificulta a gestão pública dos recursos hídricos, compromete a saúde da população e gera impactos cumulativos nos aquíferos. A falta de georreferenciamento, laudos hidrogeológicos e monitoramento sistemático impede qualquer tipo de planejamento eficiente.

Esse crescimento na informalidade vem aumentando os riscos ambientais e sanitários, pois poços escavados sem critérios técnicos frequentemente apresentam problemas estruturais, contaminação por esgoto doméstico, infiltração de resíduos sólidos, presença de nitrato, coliformes fecais e metais pesados (TRATA BRASIL, 2019). A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece padrões de potabilidade, incluindo limites para pH, turbidez, coliformes e substâncias químicas.

A utilização de poços contaminados compromete a saúde coletiva, sendo especialmente perigosa em bairros com fossas próximas ou ausência total de rede de esgoto. Essa realidade, além de representar violação ao direito humano à água, exige intervenção urgente do poder público.

A proliferação de poços artesianos sem controle técnico acarreta riscos múltiplos:

- A) Contaminação dos aquíferos** por coliformes, nitratos, metais pesados e resíduos orgânicos;
- B) Interferência hidráulica entre poços**, reduzindo a vazão e rebaixando o nível freático;
- C) Desigualdade no acesso à água**, com sobrecarga em regiões pobres e superexploração em áreas ricas;
- D) Fragilização da governança hídrica**, por falta de dados confiáveis sobre uso, recarga e qualidade.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece limites rígidos para potabilidade da água de consumo humano, para não se detectar **manganês, ferro e amônia** em concentrações tóxicas.

Além disso, a perfuração sem outorga ou estudo de impacto ambiental configura **infração administrativa e crime ambiental**, conforme a Lei nº 9.605/1998 e a Resolução CONAMA nº 396/2008. A responsabilidade recai sobre o proprietário do imóvel, a empresa perfuradora e os órgãos públicos omissos.

Tabela 6 - Principais Normas Legais sobre Águas Subterrâneas

Norma	Conteúdo	Aplicação
Lei nº 9.433/1997	Política Nacional de Recursos Hídricos	Outorga, controle e gestão
Lei nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020	Marco Legal do Saneamento Básico	Regulação de serviços e poços
Lei nº 6.938/1981	Política Nacional do Meio Ambiente	Licenciamento e responsabilidade ambiental
Lei nº 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais	Sanções e penalidades
Decreto nº 4.613/2003	Programa Nacional de Águas Subterrâneas	Planejamento e monitoramento
Portaria GM/MS nº 888/2021	Qualidade da água para consumo humano	Parâmetros de potabilidade
Resolução CONAMA nº 396/2008	Classificação das águas subterrâneas	Critérios técnicos e ambientais
Lei Estadual nº 3.167/2007 (AM)	Política de Recursos Hídricos do Amazonas	Outorga e licenciamento
Estatuto da Metrópole – Lei nº 13.089/2015	Governança interfederativa da água urbana	Cooperação regional e metropolitana

Feito pelo Autor (Tabela 6)

2.2. Regulamentação dos Poços

A crescente dependência das águas subterrâneas exige um arcabouço regulatório robusto e eficaz, que previna a superexploração e garanta a qualidade da água consumida pela população. A regulamentação dos poços no Brasil estrutura-se a partir de um conjunto de marcos legais e fundamentos jurídicos que definem desde a dominialidade e as formas de uso

até os instrumentos de controle necessários. São esses os pilares normativos que serão examinados a seguir.

2.2.1. Marcos Legais e Fundamentos Jurídicos da Regulação dos Poços Artesianos

Para Viviane Silva (2020), no Brasil em 1934, ocorreu o surgimento à época, do Código de águas, surgindo como uma inovação bastante avançada, pois abrangia penalidades e suas aplicações, direito de propriedade, aproveitamento das águas e navegação.

Segundo MOTA (2004), o Código de Águas é considerado o marco legal do gerenciamento de recursos hídricos no Brasil, no entanto, com a entrada desse novo instituto a água passa a ser encarada como fonte de energia, não havendo um interesse necessário a preservação da água em qualidade, menos ainda em quantidade, apesar de trazer em seus conceitos o princípio do usuário-pagador. (SILVA 2020)

O Código de Águas, instituído pelo Decreto nº 24.643 de 1934, marcou uma significativa mudança na política hídrica brasileira, estabelecendo princípios e diretrizes para a regulação do uso da água no país. Este código introduziu a concepção de água como um bem público, estabelecendo sua utilização conforme o interesse coletivo e visando a máxima economia e aproveitamento. Também determinou regras para o uso das águas, a proteção de nascentes, rios e lagoas, bem como para a poluição e contaminação das águas. (SOUZA, 2024)

Algumas regras básicas do Código de Águas ainda estão em vigor, como por exemplo, os artigos 34 e 43 que tratam sobre concessão de outorga, ainda o art. 48 na questão do desenvolvimento sustentável e ainda o art. 110 abrangendo responsabilidade criminal, multas e penalidade. (SILVA, 2020)

Porém, passados mais de seis décadas desde a promulgação do Código de Águas, as complexidades crescentes das questões hídricas exigiram uma nova abordagem, resultando na instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) pela Lei nº 9.433 de 1997. A PNRH trouxe uma perspectiva mais atual e integral sobre a gestão da água, estabelecendo como um de seus princípios fundamentais a gestão descentralizada e participativa, por meio da integração entre o poder público, os usuários e as comunidades (PULIDO, 2019).

A regulação dos poços artesianos no Brasil está inserida em um arcabouço jurídico e institucional que articula normas federais, estaduais e, em alguns casos, municipais. A base normativa para o controle da perfuração e do uso das águas subterrâneas é a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/1997, que estabelece princípios, diretrizes e instrumentos de gestão voltados à sustentabilidade, ao uso múltiplo e à proteção das

águas. A lei reforça que a proteção da qualidade das águas subterrâneas deve estar associada à gestão integrada dos recursos hídricos e à articulação com o ordenamento territorial, as políticas de saúde e o planejamento urbano.

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes princípios: a água é um bem de domínio público, recurso natural limitado, dotado de valor econômico e com vistas aos objetivos de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável e prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural, ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

A Lei Federal, segundo MOTA (2004) estabeleceu uma nova forma de administração das águas nacionais, utilizando conceitos já praticados há bastante tempo, em muitos outros países. Inspirada principalmente no modelo francês, a lei buscou formas de gestão descentralizada e participativa, baseada na criação de Comitês e Agências de Bacias, integrados por representantes dos usuários, da sociedade civil, e do próprio governo. Criou novos mecanismos para gerenciamento das águas e estabeleceu como instrumentos para essa gestão, a elaboração de planos de recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água. (SILVA, 2020)

A Política Nacional de Recursos hídricos trouxe também profundas transformações ao mundo prático quando apresentou como fundamento básico ser a água um bem público (art. 1º, I), recurso limitado - bem diferente de ideia anterior - e de valor econômico (art. 1º, II), e, ainda, ao incluir entre instrumentos da política de recursos hídricos a cobrança pelo uso.

Segundo o art. 1º da PNRH, a água é um bem de domínio público, de valor econômico, dotado de importância estratégica e essencial à vida. Essa norma criou o **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)**, com foco na gestão descentralizada e participativa, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão. Um de seus principais instrumentos é a outorga de direito de uso da água, exigida para captação em corpos hídricos superficiais e subterrâneos, com exceção de usos considerados insignificantes.

Quanto à expressão “domínio público” que pode se tornar de difícil compreensão, observa Geraldo Ataliba (1984):

Não sei por que razão – e isso mereceria meditação especial para quem gosta de antropologia social – nós brasileiros, nós latino-americanos pensamos a palavra público de um modo diferente. Aqui, quando se fala em público, pensa-se em algo que não é meu, que é do governo, que é do Estado, diferentemente do que acontece, por exemplo, nas Inglaterra, Estados Unidos, na Suíça. Nesses países, quando se fala em público, todos entendem que é de todos. Um governante, nesse contexto desses países, especialmente anglo-saxões, diz ‘eu sou um servidor público, estou aqui para servir ao público. Fala cheio de orgulho porque serve ao povo. (SILVA, 2020)

Outro marco importante introduzido pela PNRH foi o reconhecimento da água como um bem de domínio público com valor econômico. Tal princípio, traduzido na cobrança pelo uso da água, visa incentivar o uso racional e sustentável dos recursos hídricos, além de prover recursos para investimentos em infraestrutura e conservação hídrica. (SOUZA, 2024)

No Brasil, o normal tem sentido diferente. A prova concreta disso está nas ruas, nas praças, nos rios, nos nossos prédios públicos, no desleixo, nos maus-tratos que sofrem, não só das autoridades e dos funcionários, mas também do próprio povo. O sentido de público entre nós é diferente do sentido de público de alguns outros povos. O que revela um problema de identidade cultural, que influencia diretamente na conservação e valorização de um patrimônio de toda a coletividade. (SILVA, 2020)

A Política Nacional de Recursos Hídricos apresenta de forma clara os fundamentos no art. 1º, dentre eles: 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;

Ainda no art. 2º os princípios em que estão pautados os pilares desta política. São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: 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.

A perfuração de poços artesianos se insere como atividade que exige outorga de direito de uso de recursos hídricos (art. 12), exceto nos casos considerados de uso insignificante, definidos por norma estadual ou resolução dos Conselhos de Recursos Hídricos. Além disso, a perfuração exige **licenciamento ambiental**, conforme previsto na **Lei nº 6.938/1981** (Política Nacional do Meio Ambiente) e na **Lei nº 9.605/1998** (Lei de Crimes Ambientais), especialmente nos artigos que tratam da degradação dos recursos hídricos subterrâneos.

A **Lei nº 9.984/2000** criou a **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**, encarregada da implementação da PNRH nos domínios da União, bem como da articulação entre usuários e entes federativos.

A Lei nº 11.445/2007, alterada pela **Lei nº 14.026/2020**, compõe o **Marco Legal do Saneamento Básico**, estabelecendo diretrizes para a universalização, regulação e controle da qualidade da água, inclusive em sistemas alternativos como os poços artesianos. Tem como meta a universalização dos serviços de saneamento básico até 2033. No entanto, a ausência de

articulação federativa entre os entes públicos, somada à insuficiência de investimentos em infraestrutura básica, torna a meta inviável em regiões como a Amazônia.

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) visa atrair investimentos e melhorar a infraestrutura de saneamento, mas desafios persistem em sua aplicação prática.

Já a Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, e a Lei nº 9.605/1998, sobre crimes ambientais, são referências obrigatórias para o controle de passivos ambientais e a responsabilização por contaminação de aquíferos. Ambas preveem sanções administrativas, civis e penais para a perfuração irregular de poços e a degradação de recursos hídricos.

No estado do Amazonas, a matéria é disciplinada pela Lei Estadual nº 3.167/2007, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, iniciou um novo marco de discussão e implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Amazonas, que foi regulamentada pelo Decreto n.º 28.678/2009.

A Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas apresenta como fundamentos basicamente os apresentados pela Política Nacional, dos quais estão incluídos no art. 1º da Lei:

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.

Dentre os objetivos adotados pela política Estadual, que teve o rol aumentado de quatro para onze objetivos em relação à lei federal para atender as peculiaridades locais.

Art. 2º. São objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

- I – assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos diversos usos;
- II – promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III – prover a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;
- IV – garantir a boa qualidade das águas, em acordo a seus usos múltiplos;
- V – assegurar o florestamento e o reflorestamento das nascentes e margens de cursos hídricos;
- VI – estimular a capacidade regional em ciência e tecnologia para o efetivo gerenciamento dos recursos hídricos;
- VII – desenvolver o setor hídrico do Estado, respeitando os ecossistemas originais, em conformidade com a legislação ambiental;
- VIII – disciplinar a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;
- IX – difundir conhecimentos, visando a conscientizar a sociedade sobre a importância estratégica dos recursos hídricos e sua utilização racional;
- X – 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;

XI – compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção ao meio ambiente.

Outro ponto importante a ser observado é que foi incluída entre suas diretrizes de ação a execução do mapeamento hidro-geológico do Estado do Amazonas, visando ao conhecimento do potencial hídrico subterrâneo e, em particular, dos ambientes favoráveis à formação de reservatórios mineralizados; o estabelecimento de cadastro de poços, inventário e cadastro de mananciais e de usuários, com vistas à racionalização do uso da água subterrânea. (SILVA, 2020)

A Lei determina, em seu artigo 17, que "toda intervenção nos recursos hídricos subterrâneos depende de outorga prévia, condicionada à apresentação de projeto técnico e de estudo de viabilidade hidrogeológica". Essa exigência é operacionalizada pelo **IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas)**, que atua como órgão licenciador estadual.

O Estado do Amazonas possui peculiaridades por conta de sua extensão territorial, o que resulta em uma maior oneração para a implementação destas diretrizes, como o meio de transporte e tempo despendidos nas viagens, por exemplo. Sendo assim, é necessário um amplo investimento financeiro para que se efetive e se ponha em práticas estas diretrizes.

Temos os rios por estradas. O que para em algumas cidades do interior do Estado faz-se necessário 15 dias somente para chegar, ou o avião que para alguns municípios precisa ser fretado, aumentando ainda mais as despesas com transporte. Despesas básicas que incluem alimentação, hospedagem, diárias dos servidores para execução dos cadastros, equipamento técnico utilizado para medição e análise das águas e poços cadastrados, de modo que se torna necessário investimento em larga escala para tal fim. (SILVA, 2020)

No art. 28, temos a inclusão da fórmula para cálculo do preço público a ser cobrado pelo uso dos recursos hídricos usados que deve ser calculado com base na vazão máximo outorgado, ou na quantidade estabelecida em título, pelo outorgado/usuário, conforme critérios complementares e periodicidades definidos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. A concessão de outorga de direitos de uso e cobrança pelo uso dos recursos hídricos estão incluídos como instrumentos utilizados para se pôr em prática a referida política de recursos hídricos estaduais.

Ficou concedida a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS a incumbência de coordenar a Política Estadual de Recursos Hídricos e a gestão dos recursos hídricos no Estado do Amazonas, sendo intitulado de órgão gestor. Ao IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas, órgão estadual executor da política de recursos hídricos, ficou a responsabilidade pela outorga dos direitos de uso dos recursos

hídricos de domínio do Estado e daqueles recebidos por delegação, competindo-lhe, na forma da Lei, do seu Regulamento e de normas complementares.

Entre outras funções indicadas na lei estadual: outorgar e suspender o direito do uso de água, mediante procedimentos próprios e vigência vinculada à publicação do ato no Diário Oficial do Estado; aplicar penalidades por infrações previstas nesta Lei, em seu regulamento e nas normas deles decorrentes, inclusive as originárias de representação formal, subscritas por unidades executivas descentralizadas; exercer o poder de polícia administrativa no tocante às águas sob sua responsabilidade; validar licenças ambientais para captação de água potável obtida de poços artesianos, expedidas anteriormente à vigência desta Lei, sujeito o licenciado às normas e condições necessárias à continuidade do uso da água. Uma responsabilidade que sem investimento suficiente não tem como sair do papel.

Uma lei que se apresenta visando inovar e implementar de forma concreta a Política Estadual de Recursos Hídricos, mas que está em processo de maturação, sendo longa a jornada a ser trilhada para sua efetiva aplicação. Mas um crédito de confiança deve ser dado, pois é este um grande passo à conservação do meio ambiente tão cobiçado que tem o Estado do Amazonas. (SILVA, 2020)

Segundo Silva, (2020) de particular relevância é a ênfase da legislação ambiental do Amazonas na proteção das florestas e da biodiversidade, dada a estreita interdependência entre as florestas, a biodiversidade e o ciclo da água. As florestas desempenham funções ecológicas críticas, como a regulação do ciclo da água, a proteção contra a erosão do solo e a manutenção da qualidade da água.

Outra característica importante da legislação hídrica do Amazonas é o reconhecimento dos direitos e interesses das populações indígenas e comunidades tradicionais. A Lei Estadual, por exemplo, estabelece a necessidade de garantir a participação dessas comunidades na gestão de recursos hídricos e de respeitar seus conhecimentos tradicionais e seus direitos sobre a água. (SOUZA, 2024)

No entanto, a implementação efetiva da legislação hídrica no Amazonas enfrenta vários desafios. Entre eles estão a capacidade institucional limitada, a falta de dados e informações sobre os recursos hídricos, as pressões decorrentes do desmatamento e da mineração ilegal, e as dificuldades em garantir a participação efetiva e inclusiva na gestão da água. (Tozi, 2018)

A superação desses desafios é crucial para garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos no Amazonas. A água não só é essencial para a vida e o bem-estar das populações locais, mas também desempenha um papel chave na regulação do clima global e na conservação da biodiversidade. (SANTOS, 2019)

Por fim, a legislação estadual hídrica do Amazonas, mostra toda a sua complexidade e a importância da gestão da água no estado do Amazonas. Para Souza (2024) sua eficácia dependerá da capacidade de superar os desafios existentes e de adaptar-se às mudanças nas condições socioambientais.

Ela procura equilibrar a necessidade de proteger os ecossistemas aquáticos e a biodiversidade, garantir o uso sustentável da água e respeitar os direitos e interesses das populações locais. (NASCIMENTO; QUADROS, 2018)

A regulamentação técnica federal é complementada por resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, como:

Resolução CNRH nº 16/2001, que estabelece critérios para outorga do uso de águas subterrâneas, incluindo a necessidade de estudos técnicos, laudos hidrogeológicos, vazão explorada, localização georreferenciada e plano de monitoramento;

Resoluções CNRH nº 16/2001 e nº 22/2002: regulam a **outorga** e o **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)**, exigindo estudos hidrogeológicos e dados técnicos mínimos. Tratam do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), exigido inclusive para usuários de poços privados;

Essas normas destacam a importância da produção de informações e estudos hidrogeológicos sobre os aquíferos, de forma a determinar a disponibilidade hídrica subterrânea, as áreas de recarga e descarga, as características hidrogeológicas, a vulnerabilidade dos aquíferos, as zonas de proteção e os perímetros de proteção de fontes de abastecimento. (ANA, 2020)

Esse instrumento é a base da gestão das águas subterrâneas, pois permite identificar os aquíferos e suas potencialidades, bem como determinar as prioridades da gestão e da outorga das águas subterrâneas. O art. 6º da Resolução CNRH nº 15/2001 incumbe ao SINGREH, aos Sistemas Estaduais e do Distrito Federal de Gerenciamento de Recursos Hídricos o dever de orientar os Municípios no tocante às diretrizes para promoção da gestão integrada das águas subterrâneas, conforme prescrito nos planos de bacia. (ANA, 2020)

Resolução CONAMA nº 396/2008, que estabelece diretrizes para o enquadramento das águas subterrâneas, reconhecendo os aquíferos como corpos hídricos sensíveis e vulneráveis à poluição difusa. Estabelecendo critérios para classificação, enquadramento e proteção das águas subterrâneas, reconhecendo sua vulnerabilidade à poluição difusa e aos múltiplos usos.

Segundo o artigo 29 da Resolução CONAMA nº 396/2008, o enquadramento deverá considerar pelo menos os seguintes aspectos:

- I. a caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica;

- II. a caracterização da vulnerabilidade e dos riscos de poluição;
- III. o cadastramento de poços existentes e em operação;
- IV. o uso e a ocupação do solo e seu histórico;
- V. a viabilidade técnica e econômica do enquadramento
- VI. a localização das fontes potenciais de poluição;
- VII. a qualidade natural e a condição de qualidade das águas subterrâneas.

Com base nesses critérios, a classificação das águas subterrâneas segundo o art. 3º da Resolução CONAMA nº 396/2008, as águas subterrâneas serão enquadradas em classes, conforme demonstrado na imagem 6:

Classes	USOS
Classe Especial	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial.
1	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
2	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
3	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
4	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo.
5	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

Fonte: ANA (2020) Imagem 6

Essas normas destacam a importância da produção de informações e estudos hidrogeológicos sobre os aquíferos, de forma a determinar a disponibilidade hídrica subterrânea, as áreas de recarga e descarga, as características hidrogeológicas, a vulnerabilidade dos aquíferos, as zonas de proteção e os perímetros de proteção de fontes de abastecimento.

Esse instrumento é a base da gestão das águas subterrâneas, pois permite identificar os aquíferos e suas potencialidades, bem como determinar as prioridades da gestão e da outorga das águas subterrâneas. O art. 6º da Resolução CNRH nº 15/2001 incumbe ao SINGREH, aos Sistemas Estaduais e do Distrito Federal de Gerenciamento de Recursos Hídricos o dever de orientar os Municípios no tocante às diretrizes para promoção da gestão integrada das águas subterrâneas, conforme prescrito nos planos de bacia.

Decreto nº 4.613/2003: institui o **Programa Nacional de Águas Subterrâneas**, coordenado pela ANA e pelo CPRM, com foco no mapeamento, monitoramento e gestão dos aquíferos.

Por fim, a **Portaria GM/MS nº 888/2021**, do Ministério da Saúde, impõe requisitos sanitários obrigatórios para qualquer fonte de abastecimento humano, incluindo poços artesianos, públicos ou privados. Essa portaria estabelece **padrões de potabilidade** (físicos, químicos e microbiológicos), frequência mínima de análise e controle da qualidade da água.

Portanto, a perfuração, operação e uso de poços artesianos no Brasil estão condicionados a três eixos jurídicos fundamentais:

- A) **Outorga de uso da água** (Lei nº 9.433/1997 e normas estaduais);
- B) **Licenciamento ambiental** (Lei nº 6.938/1981 e órgãos estaduais como o IPAAM);
- C) **Controle sanitário e potabilidade da água** (Portaria GM/MS nº 888/2021).

A ausência de qualquer desses instrumentos implica ilegalidade da captação subterrânea, sujeita a penalidades administrativas, civis e criminais, conforme estabelece a Lei nº 9.605/1998.

2.2.2. Instrumentos de Controle: Outorga, Licenciamento e Cadastro de Poços

A gestão das águas subterrâneas no Brasil, especialmente no que se refere à perfuração e uso de poços artesianos, está amparada por três instrumentos jurídicos essenciais: **outorga de direito de uso, licenciamento ambiental e cadastro em sistemas oficiais de controle**. Esses instrumentos são fundamentais para garantir o uso racional, evitar a superexploração dos aquíferos e prevenir a contaminação.

A) Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos

A outorga é o principal mecanismo jurídico-administrativo para o controle quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas. Prevista nos artigos 12 a 15 da **Lei nº 9.433/1997**, sua função é assegurar que toda captação de água seja autorizada pelo órgão gestor, com base em critérios técnicos, ambientais e sociais. No caso das águas subterrâneas, a outorga é obrigatória mesmo para usos privados, excetuando-se apenas os casos expressamente definidos como "uso insignificante".

O processo de outorga exige:

- 1) Estudo hidrogeológico;
- 2) Análise de viabilidade técnica e ambiental;

- 3) Georreferenciamento do poço;
- 4) Previsão de volume de extração;
- 5) Compromisso com o monitoramento periódico da qualidade da água.

Em águas de domínio da União, a outorga é concedida pela ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Em águas de domínio estadual, como no Amazonas, a competência é do **IPAAM**, conforme dispõe a **Lei Estadual nº 3.167/2007**.

B) Licenciamento Ambiental

Além da outorga, a perfuração de poços exige **licença ambiental**, de acordo com os artigos 9º e 10 da **Lei nº 6.938/1981**. Essa licença é indispensável para a verificação do cumprimento das normas ambientais, especialmente em áreas urbanas adensadas, zonas de recarga ou regiões com aquíferos vulneráveis.

O **IPAAM** é o órgão responsável pela análise dos pedidos, exigindo documentos como:

- 1) Projeto executivo do poço;
- 2) ART (Anotação de Responsabilidade Técnica);
- 3) Laudo geotécnico e perfil estratigráfico;
- 4) Plano de gestão da água captada.

A ausência dessa licença configura **infração administrativa** e, em alguns casos, **crime ambiental**, conforme a **Lei nº 9.605/1998**, sujeita a multa, embargo da obra, interdição e responsabilização civil ou penal.

C) Cadastro no SIAGAS e no CNARH

O cadastro dos poços e usuários é um elemento indispensável para a gestão integrada das águas subterrâneas. O **SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas)**, mantido pelo **Serviço Geológico do Brasil – CPRM**, é o banco oficial de dados de poços perfurados em território nacional. O **CNARH (Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos)**, coordenado pela **ANA**, tem como objetivo mapear a demanda e o uso da água em todos os corpos hídricos, inclusive subterrâneos.

A inscrição nos sistemas é obrigatória para:

- 1) Monitoramento de extração e recarga;
- 2) Planejamento de políticas públicas;
- 3) Detecção de zonas críticas de uso;
- 4) Análise de interferência entre poços vizinhos.

Tabela 7 - Comparativo dos Instrumentos Jurídicos para Poços Artesianos

Instrumento	Base Legal	Responsável	Obrigatoriedade	Penalidades pela Ausência
Outorga	Lei nº 9.433/1997	ANA / IPAAM	Obrigatória	Multa, embargo, interdição
Licença Ambiental	Lei nº 6.938/1981	IPAAM	Obrigatória	Multa, suspensão da obra, crime ambiental
Cadastro	Res. CNRH nº 22/2002 / SIAGAS / CNARH	ANA / CPRM / IPAAM	Obrigatório	Inviabiliza regularização e controle técnico

Feito pelo Autor (Tabela 7)

2.2.3. Atuação Institucional: Órgãos Governamentais e Organizações Não Governamentais (ONGs)

A efetividade da regulação dos poços artesianos depende não apenas da existência de normas, mas da articulação entre os órgãos responsáveis pela sua implementação, fiscalização e monitoramento. No Brasil, diferentes instituições atuam de forma complementar na governança das águas subterrâneas, com competências definidas por esfera de governo e por tipo de domínio dos recursos hídricos (federal ou estadual).

A) Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)

A ANA, criada pela Lei nº 9.984/2000, é a instância máxima de regulação dos recursos hídricos de domínio da União. A ANA coordena o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), regula o uso dos recursos hídricos de domínio da União, apoia os Comitês de Bacia Hidrográfica e elabora planos estratégicos como o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Atua ainda em cooperação com o CPRM para o mapeamento dos aquíferos e políticas de monitoramento das águas subterrâneas. Embora os aquíferos subterrâneos sejam, em sua maioria, de domínio estadual, a ANA possui um papel fundamental:

- 1) Elabora diretrizes nacionais de gestão;
- 2) Coordena o **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)**;
- 3) Mantém e operacionaliza o **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)**;

- 4) Atua na elaboração do **Plano Nacional de Recursos Hídricos** e dos **Planos de Ação para Águas Subterrâneas**, incluindo o PNAS.

A ANA também é responsável por normatizar os critérios de outorga em corpos hídricos interestaduais e interestaduais, além de atuar na cooperação técnica com estados e municípios.

B) Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM)

O IPAAM é o órgão gestor estadual dos recursos naturais e ambientais no Amazonas. Suas atribuições no âmbito da regulação dos poços incluem:

- 1) Conceder **licenças ambientais** para perfuração de poços;
- 2) Emitir **outorgas estaduais de uso da água subterrânea**, nos termos da **Lei Estadual nº 3.167/2007**;
- 3) Avaliar estudos hidrogeológicos e laudos técnicos apresentados por empresas perfuradoras;
- 4) Realizar vistorias técnicas e fiscalizações periódicas;
- 5) Operar convênios com a ANA e com o Ministério do Meio Ambiente.

Apesar de suas competências legais, o IPAAM (2025) enfrenta sérias limitações operacionais, incluindo falta de servidores especializados, infraestrutura precária, e sobreposição de funções com secretarias municipais de meio ambiente, como a SEMMAS em Manaus.

A **outorga** é o instrumento pelo qual o Estado autoriza o uso dos recursos hídricos, inclusive das águas subterrâneas. Prevista no artigo 12 da Lei nº 9.433/1997, a outorga é obrigatória para captação significativa, exceto nos casos definidos como insignificantes por resolução específica do CNRH.

No Amazonas, a Lei Estadual nº 3.167/2007 e normas do IPAAM exigem outorga para poços com vazão superior a 2 m³/h. Entretanto, dados do **SIAGAS/CPRM** indicam que vários **operam sem outorga**. Essa informalidade reflete não só a ausência de fiscalização, mas também a fragilidade administrativa e a falta de informatização dos processos de licenciamento.

C) Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

A CPRM é responsável pelo mapeamento hidrogeológico do território nacional e pela manutenção do sistema **SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas)**. Suas atribuições envolvem:

- 1) Cadastro e georreferenciamento de poços artesianos;
- 2) Análise de perfis estratigráficos;
- 3) Produção de relatórios técnicos sobre os aquíferos brasileiros;
- 4) Cooperação técnica com estados, universidades e ANA.

O **SIAGAS** que armazena dados sobre poços, perfis geológicos, qualidade da água e localização dos aquíferos, é uma ferramenta fundamental para o planejamento de uso sustentável dos aquíferos, mas sofre com subnotificação e atraso no envio de dados por empresas perfuradoras e órgãos estaduais.

D) Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)

A FUNASA, vinculada ao Ministério da Saúde, tem papel de destaque no fomento ao saneamento rural, indígenas e tradicionais, e no controle da qualidade da água. Sua atuação inclui:

- 1) Implementação de tecnologias de tratamento de água em poços (ex: sistema SALTA-Z, programa que promove o tratamento de água de poços com tecnologia de baixo custo);
- 2) Capacitação de técnicos locais para monitoramento de potabilidade;
- 3) Apoio a municípios na regularização de poços comunitários;
- 4) Elaboração de manuais técnicos sobre qualidade da água e riscos sanitários.

Em 2023, a FUNASA divulgou que diversos poços na região Norte apresentavam inconformidades com os parâmetros **da Portaria GM/MS nº 888/2021**.

E) Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA)

A COSAMA, Empresa pública estadual que atua no abastecimento de água, tem competências operacionais no fornecimento de água tratada para municípios do interior e áreas isoladas. No tocante aos poços:

- 1) Implanta sistemas simplificados de abastecimento com captação subterrânea;
- 2) Realiza tratamento da água com base em protocolos da FUNASA;
- 3) Desenvolve o **Programa Água Boa**, voltado à segurança hídrica em comunidades vulneráveis.

Contudo, a atuação da COSAMA é limitada geograficamente, atingindo menos de 25% dos municípios do Amazonas com ações diretas em poços. Sua atuação é estratégica para reduzir a informalidade e os riscos sanitários associados a poços não monitorados.

F) Secretarias Municipais e Municípios

No âmbito municipal, embora a competência direta sobre os recursos hídricos seja restrita, cabe aos entes locais:

- 1) Integrar o processo de licenciamento ambiental, especialmente pelo uso e ocupação do solo;
- 2) Estabelecer critérios urbanísticos para a perfuração de poços em áreas residenciais e comerciais;

- 3) Fiscalizar a instalação de fossas, destinação de resíduos e atividades que impactem aquíferos.

Em Manaus, a SEMMAS (Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade) possui um setor de fiscalização, mas atua de forma subsidiária ao IPAAM. A ausência de articulação entre as esferas estadual e municipal é um dos principais gargalos da governança dos poços na capital.

A gestão e a proteção das águas subterrâneas no Brasil são tarefas complexas que envolvem a atuação articulada de órgãos públicos, instituições de pesquisa e organizações não governamentais (ONGs). Cada ator desempenha papéis específicos no planejamento, na regulação, na fiscalização, na geração de dados técnicos e na mobilização da sociedade para o uso sustentável desse recurso estratégico. Em regiões como a Amazônia, essa articulação torna-se ainda mais crítica, dada a vulnerabilidade socioambiental e a alta dependência de poços artesianos.

Temos as seguintes Organizações Não Governamentais (ONGs):

A)	Instituto	Trata	Brasil
ONG voltada para a universalização do saneamento básico, realiza pesquisas em parceria com universidades (como a USP), promove campanhas de mobilização e atua como agente de pressão política. Seus relatórios mostram os impactos da perfuração indiscriminada de poços em áreas sem esgotamento sanitário.			

B)	MapBiomias	Água
Iniciativa interinstitucional que monitora, com uso de imagens de satélite e dados abertos, a variação e o uso dos corpos hídricos no Brasil. Fornece informações sobre degradação de áreas de recarga, retirada irregular de água e impactos do desmatamento sobre a disponibilidade hídrica subterrânea.		

C)	Rede	Água	Amazônica
Coalizão formada por movimentos sociais, universidades e entidades locais, voltada para a defesa dos direitos territoriais e hídricos na região. Atua com denúncias de contaminação de poços, mobilização comunitária e exigência de participação social nas políticas públicas de água.			

D)	Associação	Brasileira	de	Águas	Subterrâneas	(ABAS)
Entidade técnica e científica que promove eventos, cursos e publicações sobre gestão das águas subterrâneas. Atua na formação profissional e na difusão de boas práticas no uso dos aquíferos, com foco em sustentabilidade, licenciamento e qualidade da água.						

E) Instituto Socioambiental (ISA)

Organização voltada para a defesa dos direitos indígenas e de populações tradicionais, com atuação em políticas de gestão de território e proteção de nascentes e aquíferos. Desenvolve estudos e ações de apoio técnico a comunidades afetadas por contaminações de poços ou escassez hídrica.

Tabela 8 – Atuação Institucional sobre Águas Subterrâneas

Instituição	Atribuições principais	Nível
ANA	Regulação, SINGREH, planos estratégicos	Federal
CPRM / SGB	SIAGAS, mapeamento hidrogeológico	Federal
FUNASA	Saneamento rural, SALTA-Z, controle sanitário	Federal
IPAAM	Licenciamento ambiental, fiscalização, outorga	Estadual
COSAMA	Abastecimento, Programa Água Boa	Estadual
INPA	Pesquisas sobre aquíferos e impactos ambientais	Federal
Instituto Trata Brasil	Estudos técnicos, mobilização por saneamento	ONG
MapBiomias Água	Monitoramento remoto de corpos hídricos	ONG
Rede Água Amazônica	Mobilização e denúncias de contaminação	ONG
ABAS	Formação técnica, boas práticas no uso de poços	ONG
Instituto Socioambiental (ISA)	Defesa de comunidades tradicionais, políticas de proteção hídrica	ONG

Feito pelo Autor (Tabela 8)

2.2.4. Conflitos Normativos, Jurisprudência e Lacunas Regulatórias

A regulação dos poços artesianos no Brasil, embora amparada por um conjunto normativo robusto, enfrenta sérias inconsistências normativas, conflitos de competência e lacunas regulatórias que comprometem a gestão integrada das águas subterrâneas, especialmente em contextos urbanos complexos como o de grandes Cidades.

A) Conflitos entre Normas Federais, Estaduais e Municipais

A Constituição Federal de 1988 estabelece que a gestão das águas é de competência compartilhada entre União, Estados e Municípios (art. 23, inciso XI), mas essa repartição raramente se traduz em harmonia normativa. Na prática, há sobreposição de legislações e omissões críticas.

Por exemplo:

- 1) A Lei nº 9.433/1997 exige outorga para uso de recursos hídricos, mas nem todos os estados regulamentaram de forma clara os usos insignificantes, gerando insegurança jurídica;
- 2) No Amazonas, a Lei Estadual nº 3.167/2007 delega ao IPAAM a competência pela outorga, mas muitos municípios, como Manaus, **não possuem lei própria** sobre poços nem regulamento específico sobre distanciamento de fossas e licenciamento local;

B) Lacunas Críticas na Regulação

As principais lacunas regulatórias identificadas são:

- 1) **Ausência de zoneamento hidrogeológico obrigatório** para áreas urbanas, embora seja recomendado em diretrizes da CPRM e ANA;
- 2) **Falta de integração entre bases de dados públicas** (SIAGAS, SNIS, CNARH, SIMAR);
- 3) **Subnotificação de poços privados** e não obrigatoriedade de georreferenciamento em todos os estados;
- 4) **Desconhecimento dos impactos cumulativos** em áreas de alta densidade de poços;
- 5) **Inexistência de penalidades específicas para reincidência** em perfurações ilegais;
- 6) **Falta de normas urbanísticas municipais** que condicionem o uso de poços ao licenciamento urbano e sanitário.

Essas lacunas se agravam pela escassez de fiscalização técnica em campo, ausência de servidores concursados especializados e pela fragmentação institucional, que compromete a responsabilização.

C) Necessidade de Harmonização Normativa e Governança Cooperativa

Frente a essas falhas, a doutrina aponta para a urgência de uma reforma regulatória integrada. Villar e Granziera (2019) defendem a adoção de instrumentos interinstitucionais de planejamento, inspirados nos Comitês de Bacia e na governança interfederativa prevista pelo Estatuto da Metrópole (Lei nº 13.089/2015).

O ideal é que estados e municípios:

- 1) Pactuem **zonas de restrição à perfuração de poços** com base científica;
- 2) Criem **sistemas de licenciamento conjunto** (urbano, ambiental e sanitário);
- 3) Adotem **planos metropolitanos de gestão de aquíferos** integrando uso do solo, saneamento e segurança hídrica;

4) Instituem núcleos técnicos de fiscalização conjunta (IPAAM + SEMMAS + COSAMA + CPRM).

Essa harmonização é o único caminho para romper com o modelo de gestão fragmentado e garantir a conservação de aquíferos vitais como o Alter do Chão.

A seguir **Tabela 9** - Competências federativas na gestão de recursos hídricos no Brasil:

ENTE FEDERATIVO	COMPETÊNCIA
União Federal	• Gerencia a Política Nacional e o Plano Nacional de Recursos Hídricos; • Fiscaliza e regula a gestão hídrica no país, junto ao Ministério do Meio Ambiente e a Agência Nacional de Águas; • Conselho Nacional de Recursos Hídricos regulamenta política com a participação do governo federal, estados, DF, Setores e Usuários da Sociedade Civil; • Gerencia comitês de bacias federais ou interestaduais. • Fiscaliza a água para consumo humano por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
Estados	• Responsável pela gestão das águas sob o seu domínio; • Elabora legislação específica para sua área; • Organiza o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e garante o funcionamento dos comitês de bacia em sua competência; • Fiscaliza a água para consumo humano por meio da Vigilância Sanitária estadual.
Municípios	• Integram políticas de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e do meio ambiente com as políticas federal e estaduais de Recursos Hídricos; • Possuem assentos nos Comitês e Bacias Hidrográficas no intuito de promover a articulação intersetorial e federativa das políticas públicas territoriais; • Fiscaliza a água para consumo humano por meio da Vigilância Sanitária municipal.
Distrito Federal	• Possui as mesmas competências dos estados e municípios na gestão de seus Recursos Hídricos.

(fonte AITH; ROTHBARTH, 2015) (Tabela 9)

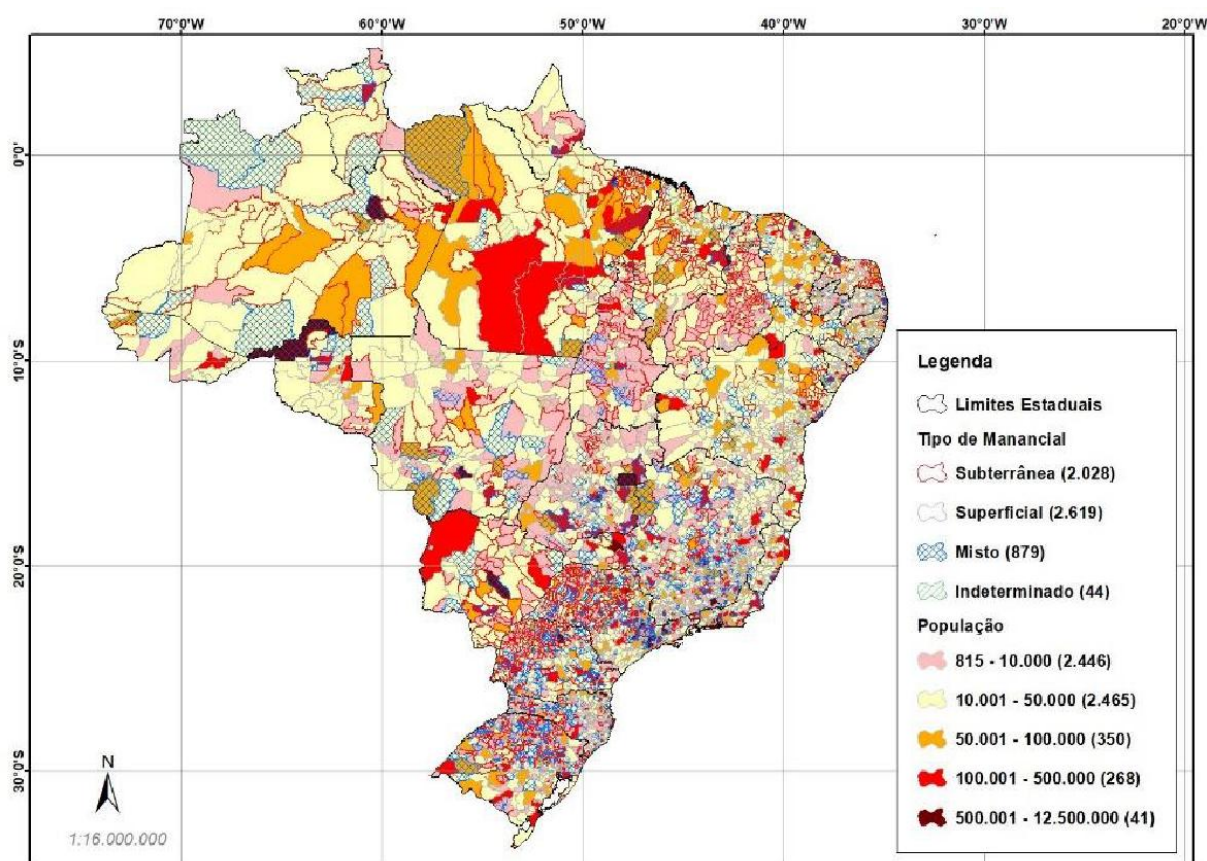
2.3. Infrações na Abertura de Poços

A distribuição dos poços no território brasileiro revela profundas desigualdades estruturais. Enquanto nas regiões Sul e Sudeste a maioria dos poços é cadastrada e legalizada, nas regiões Norte e Nordeste predomina a informalidade e a ausência de fiscalização efetiva.

Essa expansão desordenada está ligada à inexistência de políticas públicas universais de abastecimento, ao déficit histórico de saneamento básico e à percepção generalizada de que os

aquíferos subterrâneos seriam fontes inesgotáveis. Conforme apontado por Villar e Granziera (2019), a falta de planejamento urbano associado ao uso de poços intensifica riscos coletivos, como rebaixamento do nível freático, interferência hidráulica entre poços e contaminação generalizada de aquíferos.

A importância das águas subterrâneas para o abastecimento público de cidades (imagem 7), estudos em questão, baseado em dados da ANA, mostra que 52% dos 5.570 municípios brasileiros são abastecidos total (36%) ou parcialmente (16%) por águas subterrâneas. Essas águas são fundamentais, especialmente para os municípios menores. É a única opção de 48% dos municípios com população menor que 10 mil habitantes e para 30% daqueles com 10 a 50 mil habitantes. (TRATA BRASIL, 2019)



Fonte: Instituto Trata Brasil, (2019) imagem 7

2.3.1. Caracterização das Infrações: Clandestinidade e Irregularidade Formal

A abertura de poços sem observância da legislação ambiental, sanitária e urbanística configura infrações administrativas e, em determinadas hipóteses, crimes ambientais. As infrações mais recorrentes incluem:

- A) **Perfuração sem outorga de uso da água subterrânea**, prevista no art. 12 da Lei nº 9.433/1997;
- B) **Ausência de licença ambiental** (Lei nº 6.938/1981, art. 10);
- C) **Inobservância da Portaria GM/MS nº 888/2021**, quanto à análise periódica da qualidade da água;
- D) **Execução da obra sem projeto técnico e sem ART** (Resoluções CONFEA/CREA);
- E) **Localização inadequada**, em desacordo com normas municipais sobre o uso e ocupação do solo.

A clandestinidade está associada a estruturas perfuradas por empresas informais, sem supervisão técnica, muitas vezes em terrenos públicos, áreas de preservação permanente (APPs) ou zonas de recarga crítica.

A Responsabilidade Civil, Administrativa e Penal na perfuração e operação de poços sem autorização ou em desacordo com as normas configura infração ambiental, sujeita a sanções previstas nos artigos 60, 61 e 62 da **Lei nº 9.605/1998**.

Art. 60. Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes:

Pena - detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Art. 61. Disseminar doença ou praga ou espécies que possam causar dano à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora ou aos ecossistemas:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

Seção IV

Dos Crimes contra o Ordenamento Urbano e o Patrimônio Cultural

Art. 62. Destruir, inutilizar ou deteriorar:

I - bem especialmente protegido por lei, ato administrativo ou decisão judicial;

II - arquivo, registro, museu, biblioteca, pinacoteca, instalação científica ou similar protegido por lei, ato administrativo ou decisão judicial:

Pena - reclusão, de um a três anos, e multa.

Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena é de seis meses a um ano de detenção, sem prejuízo da multa.

As principais irregularidades incluem:

- A) Falta de outorga;
- B) Ausência de estudos hidrogeológicos;
- C) Não cadastramento no CNARH;
- D) Contaminação do aquífero por negligência técnica;
- E) Perfuração em áreas de risco ou contaminadas.

A responsabilidade pode ser **administrativa (multas e interdições)**, **civil (indenização por dano ambiental)** ou **penal (crimes ambientais)**, recaindo sobre:

- A) Proprietários de imóveis com poços irregulares;
- B) Empresas perfuradoras;
- C) Profissionais técnicos responsáveis;
- D) O Estado, por omissão fiscalizatória comprovada.

A legislação brasileira prevê responsabilização em três esferas:

A) Civil

De acordo com o art. 14 da Lei nº 6.938/1981, o poluidor responde **objetivamente por danos ambientais**, independentemente de culpa, “Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores”. A reparação pode ser exigida por ação civil pública ou termo de ajustamento de conduta (TAC).

B) Administrativa

A **Lei nº 9.605/1998** (Lei de Crimes Ambientais) prevê sanções administrativas como:

- 1) Multa simples ou diária (art. 70, §4º);
- 2) Embargo da obra ou atividade;
- 3) Cassação de licença ambiental.

C) Penal

O art. 54 da Lei nº 9.605/1998 tipifica como crime a "Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora". A pena pode variar de **1 a 5 anos de reclusão**, acrescida de multa.

Os desafios na fiscalização e sanções efetivas existem apesar do arcabouço legal existente, a efetividade da fiscalização é limitada:

- 1) Falta de integração entre órgãos ambientais, sanitários e urbanísticos;
- 2) Número reduzido de fiscais em campo, principalmente no interior;
- 3) Dificuldade de acesso a áreas irregulares e comunidades isoladas;
- 4) Omissão de empresas perfuradoras em relatar atividades ao SIAGAS/CNARH.

Estudo da ANA (2023) revela que menos de 10% das infrações detectadas em poços irregulares resultam em sanção efetiva, o que incentiva a reincidência.

Tabela 10 - Comparativo de Infrações e Sanções

Infração	Base Legal	Sanções Possíveis	Órgãos Envolvidos
----------	------------	-------------------	-------------------

Perfuração sem outorga	Lei nº 9.433/1997, art. 12	Multa, embargo, responsabilização	ANA, IPAAM, ANA
Falta de licença ambiental	Lei nº 6.938/1981, art. 10	Suspensão da obra, multa, embargo	IPAAM, SEMMAS
Uso de poço com água contaminada	Portaria GM/MS nº 888/2021	Interdição, multa, ação civil pública	Vigilância Sanitária, MP
Poluição de aquífero	Lei nº 9.605/1998, arts. 54 e 50	Reclusão, multa, reparação civil	MP, Judiciário, Polícia Ambiental

Feito pelo Autor (Tabela 10)

2.4. Impactos na Qualidade da Água e no Saneamento

A abertura de poços e a qualidade da água extraída deles estão intrinsecamente ligadas às condições de saneamento ambiental do entorno. Em contextos de expansão urbana desordenada e déficit de infraestrutura básica, a relação entre esses elementos torna-se crítica, influenciando diretamente a saúde pública e a integridade dos aquíferos. Essa conexão é fundamental para compreender os riscos envolvidos, como será detalhado na sequência.

2.4.1. A Relação entre Poços Artesianos, Qualidade da Água e Saneamento Básico

A expansão desordenada de poços artesianos em áreas urbanas, especialmente em regiões com infraestrutura de saneamento precária, impõe riscos significativos à qualidade da água subterrânea. A perfuração indiscriminada, muitas vezes realizada sem critérios técnicos, aliada à ausência de rede coletora de esgoto, resulta na **contaminação dos aquíferos por agentes biológicos e químicos**, impactando diretamente a saúde pública.

A qualidade da água subterrânea é diretamente influenciada por fatores como profundidade do poço, tipo de aquífero explorado, condições geológicas locais e nível de urbanização da área. Nessas áreas urbanas é frequente a contaminação das águas subterrâneas por coliformes fecais, nitratos, metais pesados e compostos orgânicos, especialmente em poços rasos e não vedados.

A ANA (2024, p. 38) afirma:

A **qualidade da água superficial e subterrânea** é um fator que determina sua disponibilidade para diversos usos, tais como o abastecimento humano, recreação, produção de alimentos e a indústria. Variáveis naturais tais como o regime de chuvas, o escoamento superficial, geologia e cobertura vegetal da bacia, bem como a poluição decorrente das atividades humanas como o lançamento de efluentes, a gestão inadequada dos resíduos sólidos e os usos do solo, dentre outros, afetam a qualidade da água dos mananciais. A qualidade das águas subterrâneas também é influenciada pela dinâmica de interação com as rochas dos aquíferos e pelo tempo de circulação no subsolo.

Dados do **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)** mostram que em 2022 mais de 20 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram dispostas inadequadamente em lixões e aterros controlados. A disposição inadequada, que ocorre em pelo menos 40% dos municípios brasileiros, pode levar contaminantes a infiltrarem-se no solo e a alcançar os aquíferos, prejudicando a qualidade das águas subterrâneas, além de afetar os corpos d'água superficiais através da contaminação do escoamento superficial.

Uma das iniciativas importantes da ANA nesse sentido, foi a aprovação no ano de 2021 da Norma de Referência nº 1, que “define o regime, a estrutura e os parâmetros da cobrança pelo serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos (SMRSU)” (ANA, 2024). A medida visa a contribuir para o fim dos lixões no Brasil por meio da sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de manejo de resíduos sólidos, assegurada por instrumentos de cobrança adequados.

A **Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS)** é uma rede quantitativa com alertas qualitativos operada pela SGB em nível nacional. O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, por sua vez, ainda é incipiente no Brasil. Segundo a ANA, algumas UFs também efetuam o monitoramento qualitativo das águas subterrâneas, a exemplo de São Paulo (CETESB/DAEE), Minas Gerais (IGAM), Ceará (COGERH) e Distrito Federal (ADASA/SGB). (ANA, 2024)

Importante destacar que todas as amostras de poços, ao serem analisados apresentarem parâmetros dentro dos limites da Portaria GM/MS nº 888/2021, em especial coliformes fecais, nitrato, ferro, manganês e turbidez elevada.

A **Portaria GM/MS nº 888/2021** determina que a água para consumo humano, incluindo a proveniente de poços, deve ser submetida a monitoramento semestral ou mensal, conforme o número de habitantes atendidos. Os parâmetros obrigatórios incluem:

- A) Ausência de coliformes termotolerantes;
- B) Limites máximos para nitrato (50 mg/L), ferro (0,3 mg/L), manganês (0,1 mg/L);
- C) pH entre 6,0 e 9,5;
- D) Turbidez < 5,0 uT.

Monitorar a qualidade da água é fundamental para a elaboração dos planos de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos em classes segundo os usos preponderantes mais restritivos, que são dois importantes instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. O monitoramento é uma atividade essencial para a gestão dos recursos hídricos e para a avaliação da qualidade das águas dos rios, lagos e reservatórios, possibilitando a verificação

de tendências na qualidade da água e a identificação de áreas prioritárias para o controle da poluição hídrica, assim como sua adequação para os diferentes usos. (ANA, 2024)

A qualidade da água extraída dos poços está diretamente associada ao contexto urbano e às condições de uso e ocupação do solo. As fontes de contaminação mais comuns são:

- A) Fossas sépticas próximas** e em desconformidade com a NBR 7229/93;
- B) Lixões e depósitos clandestinos** de resíduos sólidos urbanos;
- C) Atividades industriais** sem controle de efluentes;
- D) Pecuária e agricultura periurbana**, com infiltração de agrotóxicos e esterco;
- E) Ausência de proteção sanitária dos poços**, como tampas, anéis de vedação, distância mínima entre poço e fonte de contaminação.

Com a falta de qualidade de água para consumo temos um efeito colateral a isso, que são as Doenças de veiculação hídrica, o saneamento básico tem por finalidade garantir a saúde, a segurança e o bem estar da população, evitando a exposição de agentes contaminantes, detritos, resíduos, patógenos ou substâncias tóxicas em geral. Para que o saneamento atenda às necessidades, é importante considerar a qualidade das redes de serviços oferecidos à população quanto ao tipo de tratamento da água utilizada, a manutenção das redes, frequência de serviços, de relacionamento e perda de abastecimento de água oferecido. (BITTENCOURT; PAULA, 2014)

Entre as principais doenças trazidas pela baixa qualidade da água temos alguns exemplos como a amebíase e a febre tifoide. As principais doenças causadas por veiculação hídrica dividem-se por tipo de Transmissão:

Transmissão direta por meio de água, ocorre geralmente em regiões desprovidas de serviços de saneamento, provocando as seguintes doenças: cólera, febre tifoide, febre paratifoide, disenteria Bacilar, amebíase ou disenteria amebiana, hepatite infecciosa e poliomielite.

Transmissão indireta por meio de água, esquistossomose, fluorose, malária, febre amarela, bócio, dengue, tacomia, leptospirose, perturbações gastrointestinais de etiologia escassa, infecção dos olhos, ouvidos, garganta e nariz

A quadro a seguir sintetiza os principais contaminantes e seus efeitos:

Tabela 11 – Principais Contaminantes em Poços e seus Riscos à Saúde

Contaminante	Origem Provável	Efeito na Saúde Humana
Coliformes fecais	Esgoto doméstico, fossas	Diarreia, febre tifoide, hepatite A
Nitrato	Esgoto, adubo, lixiviação	Síndrome do bebê azul, câncer gástrico

Manganês e Ferro	Solubilização natural, lixo	Problemas neurológicos e cardiovasculares
Agrotóxicos	Agricultura urbana	Mutagenicidade, distúrbios endócrinos
Alumínio	Resíduos industriais	Potencial ligação com Alzheimer

Feito pelo Autor (Tabela 11)

A **relação entre saneamento e qualidade da água subterrânea** é também confirmada por dados do **Trata Brasil (2019)**, que demonstram que:

- A) Municípios com menos de 30% de cobertura de esgoto têm 5 vezes mais incidência de poços contaminados;
- B) Municípios com rede plena de esgoto têm contaminação inferior a 5% dos poços avaliados.

A gestão sustentável das águas subterrâneas depende de forma direta da existência de **infraestrutura adequada de saneamento básico**. Em contextos urbanos e periféricos, onde predominam a informalidade habitacional, fossas rudimentares e ausência de coleta e tratamento de esgoto, os aquíferos passam a ser expostos a diversas fontes de contaminação. O lançamento de efluentes domésticos e industriais no solo, aliado à disposição inadequada de resíduos sólidos, resulta na infiltração de substâncias químicas, biológicas e metais pesados, comprometendo a potabilidade e a segurança hídrica.

A mitigação dos impactos do saneamento precário sobre os poços artesianos passa por medidas integradas:

1. Implantação de barreiras sanitárias nos poços existentes, com proteção física e vedação;
2. Mapeamento de áreas de risco e criação de zonas de restrição à perfuração;
3. Ampliação da cobertura de esgoto nas áreas urbanas mais vulneráveis;
4. Implantação de Sistemas de Tratamento Local de Água – SALTA-Z, pela FUNASA e COSAMA;
5. Integração entre política de saneamento básico (Lei nº 14.026/2020) e recursos hídricos, com planejamento territorial associado;
6. Educação ambiental nas escolas e comunidades sobre os riscos da contaminação da água.

Com a Importância da Água Subterrânea para o Abastecimento, passou a se observar questões sobre o saneamento Ambiental. Para BITTENCOURT e PAULA (2014, p. 14), as pesquisadoras destacam que ter acesso ao saneamento é ter acesso a qualidade de vida:

É possível conceituar saneamento ambiental como um conjunto de ações que garante a qualidade da água e de os rios, no lançamento de esgotos em rede pública, a coleta de lixo e sua disposição em aterros sanitários ou controlados, a garantia de água em quantidade e qualidade adequadas para o consumo humano, além do controle ou da

erradicação de doenças. Esse conjunto de ações ou práticas, que visam promover a qualidade e a melhoria do meio ambiente e contribuir para a saúde pública e o bem-estar na população, denomina saneamento ambiental.

Os usos múltiplos das águas subterrâneas são crescentes: abastecimento, irrigação, calefação, balneoterapia, engarrafamento de águas minerais e potáveis de mesa e outros, que para Rebouças (2015) em uma abordagem hidrológica evolui do poço ao sistema de fluxos subterrâneos, servindo de base ao sistema de gerenciamento integrado de bacias hidrográficas.

A interferência humana pode alterar a composição da água com substâncias cujo grau dificuldades de remoção é superior ao de substâncias provenientes de decomposição natural do meio ambiente, o que faz com que seja necessário a utilização de técnicas de tratamento cada vez mais avançadas para que seja possível retornar a qualidade da água inicial.

Alguns são os setores que mais se destacam nesta relação da atividade humana e o meio ambiente, conforme imagem 8 de Bittencourt e Paula (2014, p. 56):

Consequências	Sedimentação	Eutrofização	Polluição térmica	Oxigênio dissolvido	Acidificação	Contaminação por microorganismos	Salinização	Contaminação por metais pesados	Mercurio	Toxinas não metálicas	Pesticidas	Hidrocarbonetos	Redução de microrganismos
Setor													
Agricultura	X	X	X			X	X	X			X		
Uso urbano	X	X	X	X		X	X	X			X	X	
Silvicultura	X	X	X								X		
Geração de energia hidrelétrica e estocagem de água	X	X	X	X					X				X
Mineração	X	X	X	X	X			X		X			
Indústrias	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	

Fonte: UNEP (GEMS), 2008, Qualidade da Água para o Ecossistema e o Bem-Estar Humano, p.56.

Fonte: UNEP (GEMS), 2008, Qualidade de água para o ecossistema e o Bem-Estar Humano, p.56. Imagem 8

Podemos citar outras atividades humanas que provocam impactos ambientais, como:

- A)** Desmatamento de florestas, provoca a destruição da biodiversidade, erosão e empobrecimento do solo, diminuição dos índices pluviométricos, enchentes e assoreamento dos rios, elevação das temperaturas, desertificação e proliferação de pragas e doenças.
- B)** Poluição com agrotóxicos, com o passar dos anos, foram desenvolvidas e fabricadas muitas substâncias químicas que afetam também o meio ambiente, causando desequilíbrio na cadeia alimentar, favorecendo a proliferação de insetos e pragas e desaparecimento de operadores naturais.

C) Erosão e Sedimentação, a erosão é um processo semelhante a ‘quebra e rachadura’ do solo, em que há o arraste das partículas do solo e dos sedimentos pela água ou pelo vento. Os sedimentos são carregados para a jusante do corpo d’água, mudando significativamente o seu volume, podendo provocar o aumento de turbidez na água, diminuição do oxigênio, proliferação de algas e mortandade dos peixes, conforme imagem 9:



Erosão e carregamento dos sedimentos para o corpo d’água. (BITTENCOURT; PAULA, 2014), Imagem 9

D) Efeito estufa, é causado por um desequilíbrio na composição atmosférica, provocado pela elevação da concentração dos gases que têm capacidade de absorver calor, metano, CFCs e principalmente CO₂. A elevação da concentração de CO₂ deve-se ao aumento da queima de combustíveis fósseis e das florestas.

E) Acidificação (chuva ácida), pode ocorrer pela decomposição da matéria orgânica do fundo do corpo d’água ou por chuva ácida provocada pela poluição do ar, consequentemente do lançamento do dióxido de carbono (CO₂) e nitrogênio na atmosfera. Esses gases reagem com o hidrogênio presente na atmosfera, formam o vapor em forma de ácido sulfúrico ou ácido nítrico, que retorna à superfície com um pH inferior a 6, atingindo as cadeias alimentares, destruindo florestas e lavouras e reagindo com superfície metálicas. (BITTENCOURT; PAULA, 2014)

F) Contaminação por microrganismos patogênicos, pode ocorrer por meio de microrganismos que encontram condições físicas e químicas favoráveis ao seu crescimento. Em Água Limpa, a contaminação é menos provável, porém os organismos patogênicos, como bactérias, protozoários e vírus, serão presentes em águas contaminadas com agentes patogênicos provenientes de fezes humanas ou de animais, segundo relatório “cuidando da

água” (ANA). Além desse microrganismo, existem ainda hoje endêmicos, capazes de colonizar novos ambientes; dentre eles, destacam-se a ameba, que pode provocar problemas de saúde e até causar a morte por infecções intestinais. (BITTENCOURT; PAULA, 2014)

G) Salinidade, a Água Doce tem pouca resistência à presença de alto níveis de salinidade. A ocorrência de sais na água é proveniente do escoamento agrícola, de terras com alto teor de salinidade, descargas de águas subterrâneas de perfuração de petróleo e gás ou outros tipos de tratamento municipal de água (BITTENCOURT; PAULA, 2014)

Bittencourt e Paula (2014, p. 59) criaram o seguinte quadro (imagem 10), para ilustrar os impactos ambientais por categoria:

Parâmetros Mínimos da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas	
Categoria	Parâmetro
Físico-química	Condutividade elétrica
	Temperatura do ar e da água
	Turbidez
	Oxigênio dissolvido
	pH
	Sólidos totais dissolvidos, Sólidos em suspensão
	Alcalinidade total
	Cloreto total ¹
	Transparência ²
	Demanda bioquímica de oxigênio (água doces) ou carbono total (águas salobras e salinas ³)
	Demanda química de oxigênio
Microbiológicos	Coliformes termotolerante
Biológicos	Clorofila a ²
	Fitoplâncton – qualitativo e quantitativo ²
Nutrientes	Fósforo (fósforo solúvel reativo, fósforo total)
	Nitrogênio (nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total)

Imagem 10

Bittencourt e Paula (2014, p.64 e 65), mencionam a qualidade de água no Brasil Fazem uma referência a ANA, que monitora dados da qualidade e a quantidade, ao analisar parâmetros de PH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura. Porém as pesquisadoras mencionam que a quantidade de pontos analisados no Brasil ainda é muito baixa em comparação a outros países. Esses parâmetros não permitem avaliar adequadamente a evolução da qualidade de água Brasileira. Os países mencionados são a Espanha que existem 2,55 pontos para cada 1000 km², a França 1,96 pontos por 1000 km² e o Canadá 0,8 pontos por 1000 km², esta comparação com o Brasil que é de apenas 0,26 por 1000 km². As pesquisadoras citam que o monitoramento é realizado com 4 objetivos:

Monitoramento básico: para acompanhar a evolução da qualidade das águas;

Inventários: para estabelecer um diagnóstico da qualidade das águas de um trecho específico do curso d'água;

Vigilância: para avaliar a qualidade das águas para um uso determinado (Especialmente para o consumo Humano);

De conformidade: para observar o atendimento dos usuários aos requisitos do legais (portaria e CONAMA).

Segundo os estudos de água subterrânea do Instituto Trata Brasil, 52% dos 5.570 municípios brasileiros são abastecidos total (36%) ou parcialmente (16%) por águas subterrâneas. A exploração desse recurso hídrico é inversamente proporcional ao tamanho das cidades. As águas subterrâneas são a opção exclusiva para 48% dos municípios com população menor que 10 mil habitantes e para 30% daqueles com 10 a 50 mil habitantes (TRATA BRASIL, 2019).

Os problemas de qualidade natural das águas subterrâneas relacionam-se aos elementos químicos que são incorporados à água vindos do intemperismo e dissolução de minerais nas rochas. Geralmente os mais comuns estão relacionados ao ferro, manganês e dureza e mais raramente ao flúor, cromo, bário e arsênio. (HIRATA ET AL. 2006, BERTOLO, HIRATA e FERNANDES, 2007)

Tal percepção é baseada nos históricos de contaminação em outros países e já reportados por autores como Hirata, Foster e Oliveira (2015) e Barbosa, Bertolo e Hirata (2017). Essas contaminações são associadas a atividades pontuais, responsáveis pela degradação de áreas de algumas centenas de metros quadrados, como as advindas de estocagem de produtos perigosos, deposição de resíduos sólidos ou lançamento de efluentes industriais. (TRATA BRASIL, 2019)

A falta de redes de esgotamento sanitário e/ou as precárias condições das redes existentes devido a falhas de projeto e manutenção correspondem às fontes de degradação de aquíferos ambientalmente mais preocupantes, responsáveis pelos maiores casos de contaminação em volume e área no Brasil. (Hirata, Foster e Oliveira, 2015)

2.4.2. HIDROGEOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DOS AQUÍFEROS

A compreensão da hidrogeologia e a caracterização técnica dos aquíferos são elementos fundamentais para a gestão eficiente das águas subterrâneas. No Brasil, a diversidade geológica e climática dá origem a uma multiplicidade de sistemas aquíferos, com distintas potências, profundidades, vazões e níveis de vulnerabilidade. Neste tópico do capítulo vem analisar os

principais aquíferos brasileiros com relevância estratégica para abastecimento público e uso agrícola: o **Aquífero Alter do Chão**, predominante na Amazônia, e o **Aquífero Urucuia**, localizado no Cerrado e parte do semiárido.

A) Aquífero Alter do Chão

O Alter do Chão é um sistema aquífero poroso, livre a semiconfinado, de origem sedimentar, que ocupa áreas significativas dos estados do **Amazonas, Pará e Amapá**. Sua extensão estimada é de mais de 1,2 milhão de km², com espessura média de 200 metros e profundidade variável de 80 a 400 metros (CPRM, 2019). É considerado um dos maiores reservatórios de água doce do mundo. (GONÇALES; MIRANDA, 2015)

Vazão média por tipo de poço no Alter do Chão (Manaus)
(dados estimados em m³/h, fonte: GONÇALES; MIRANDA, 2015)

- 1) Poços profundos (condomínios/hospitais): 6,5 m³/h
- 2) Poços médios (residenciais): 3,1 m³/h
- 3) Poços rasos (informais): 0,8 m³/h

B) Aquífero Urucuia

O Aquífero Urucuia se estende por cerca de 142 mil km², abrangendo áreas dos estados de Bahia, Minas Gerais, Tocantins, Goiás, Piauí e Maranhão. É formado por sedimentos arenosos da Bacia Sanfranciscana e possui grande capacidade de armazenamento, recarga por infiltração direta e descarga em cursos d'água intermitentes e perenes (ANA, 2022).

Seu uso predominante é agrícola, especialmente para irrigação de monoculturas de soja, milho e algodão. A vazão específica pode variar de 2 a 12 m³/h, com potencial para abastecimento urbano em cidades médias e pequenas.

Problemas recorrentes:

- 1) Superexploração para fins agrícolas (particularmente no MATOPIBA);
- 2) Contaminação por nitrato em zonas de recarga agrícola intensiva;
- 3) Diminuição de vazão de rios como Corrente e Formoso, por rebaixamento do lençol.

A água do Urucuia apresenta em geral boa qualidade, mas com registros pontuais de:

- 1) Nitrato: até 18 mg/L em áreas com uso intenso de fertilizantes;
- 2) Ferro e manganês acima do permitido em solos lateríticos mal drenados;
- 3) Coliformes em poços próximos a áreas sem saneamento básico.

Segundo a Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia – AIBA (2021), a cidade de Correntina (BA) utiliza exclusivamente o Urucuia como fonte de abastecimento, mas enfrenta queda de nível freático de até 1,4 metros ao ano em zonas agrícolas.

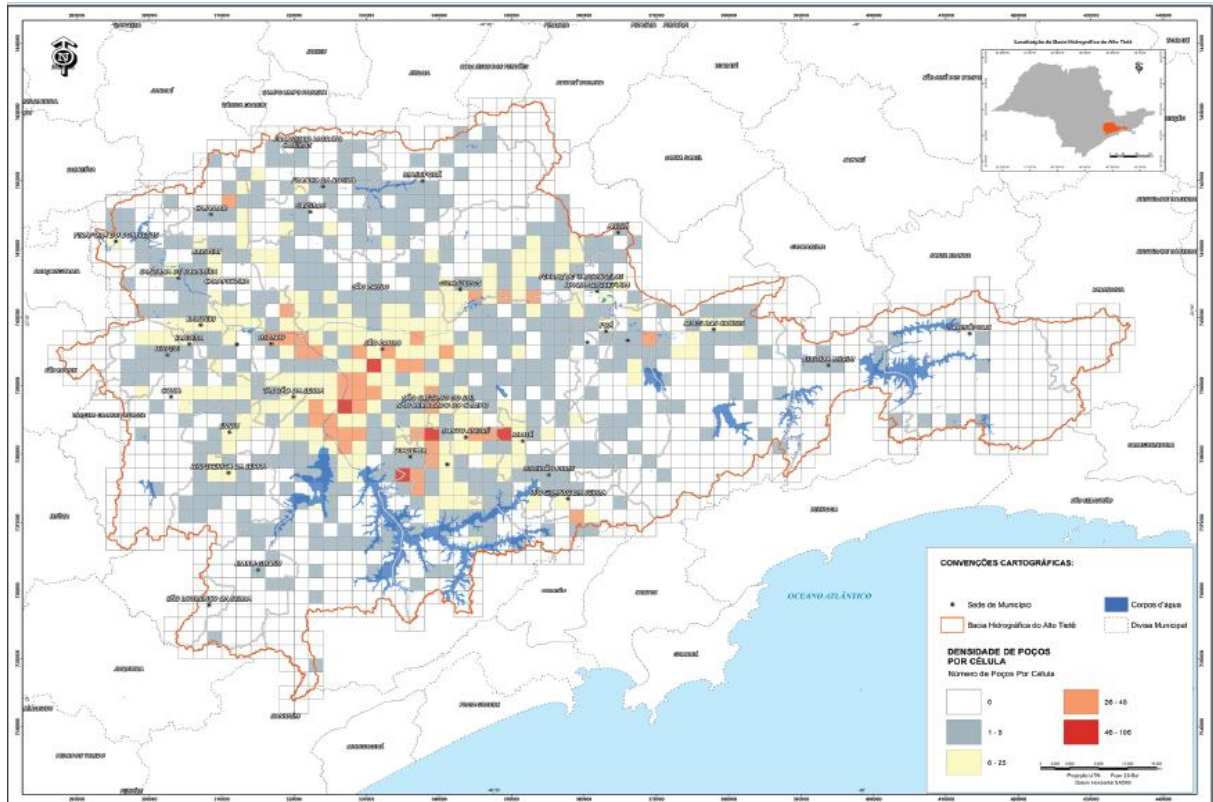
Tabela 12 - Comparação Técnica dos Aquíferos Alter do Chão e Urucuia

Característica	Aquífero Alter do Chão	Aquífero Urucuia
Localização principal	AM, PA, AP	BA, MG, TO, PI, MA, GO
Tipo hidrogeológico	Poroso, livre a semiconfinado	Poroso, livre
Qualidade da água	Excelente (potável na origem)	Boa (com contaminações pontuais)
Vazão média dos poços	3 a 8 m ³ /h	2 a 12 m ³ /h
Profundidade média dos poços	80 – 400 m	60 – 150 m
Vulnerabilidades principais	Urbanização, contaminação urbana	Agroquímicos, irrigação intensiva
Proteção institucional	Fraca (sem zoneamento)	Média (estudos isolados)

Feito pelo Autor (Tabela 12)

Um outro exemplo de exploração dos aquíferos é o papel oculto das águas subterrâneas na segurança hídrica da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (Região Metropolitana de São Paulo). para o instituto trata Brasil (2019), o abastecimento e a coleta de esgoto público dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) está a cargo prioritariamente da SABESP e subordinadamente de algumas empresas municipais. A RMSP praticamente confunde-se geograficamente com a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT). Mais de 61 m³/s (2018) de água são distribuídos a uma população de mais de 21 milhões de pessoas.

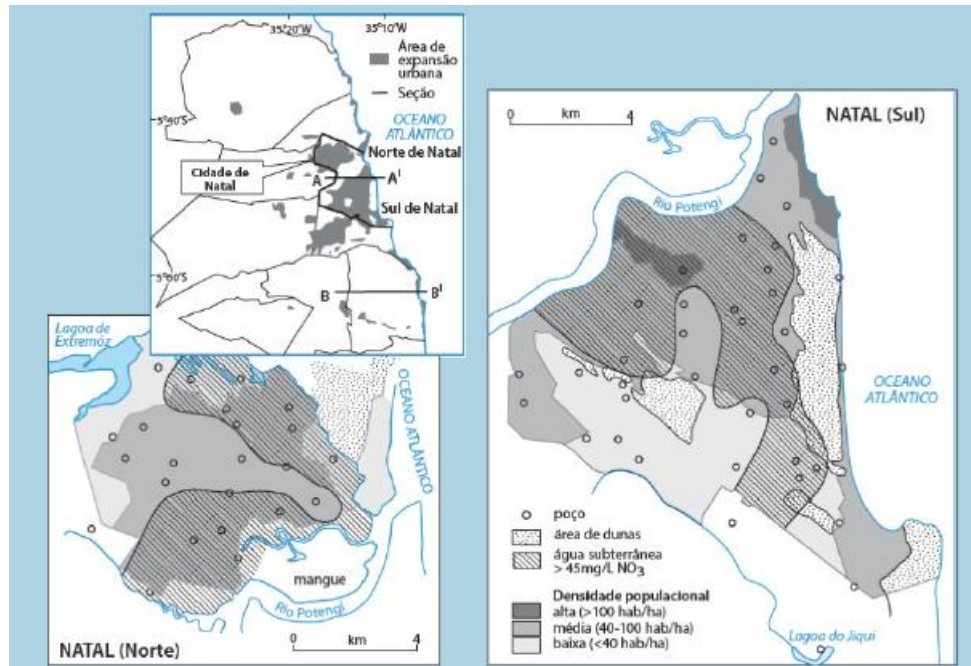
Assim, o papel e importância da água subterrânea para a RMSP é muito maior do que as estatísticas oficiais apresentam. A SABESP opera 69 poços tubulares (TRATA BRASIL, 2019), que representam 1% do total do abastecimento público. Entretanto, há mais de 13 mil poços tubulares privados, os quais extraem um total de 11 m³/s. Como a maior parte dessa água complementa o abastecimento público, é possível afirmar que a dependência da RMSP pelo recurso subterrâneo é superior a 18%.



Distribuição de poços tubulares na Bacia do Alto Tietê (Servmar & FABHAT 2012, Conicelli 2014). Imagem 11

Há relatos bem documentados que mostram a contaminação de aquíferos sob cidades (Varnier et al. 2018), mas talvez uma das mais emblemáticas seja a Região Metropolitana de Natal (RMN, RN). Nessa região, a degradação pela falta de esgoto tem limitado o uso das águas subterrâneas para o abastecimento público. A RMN tem uma população de 1,2 milhão de pessoas distribuída em 9 municípios.

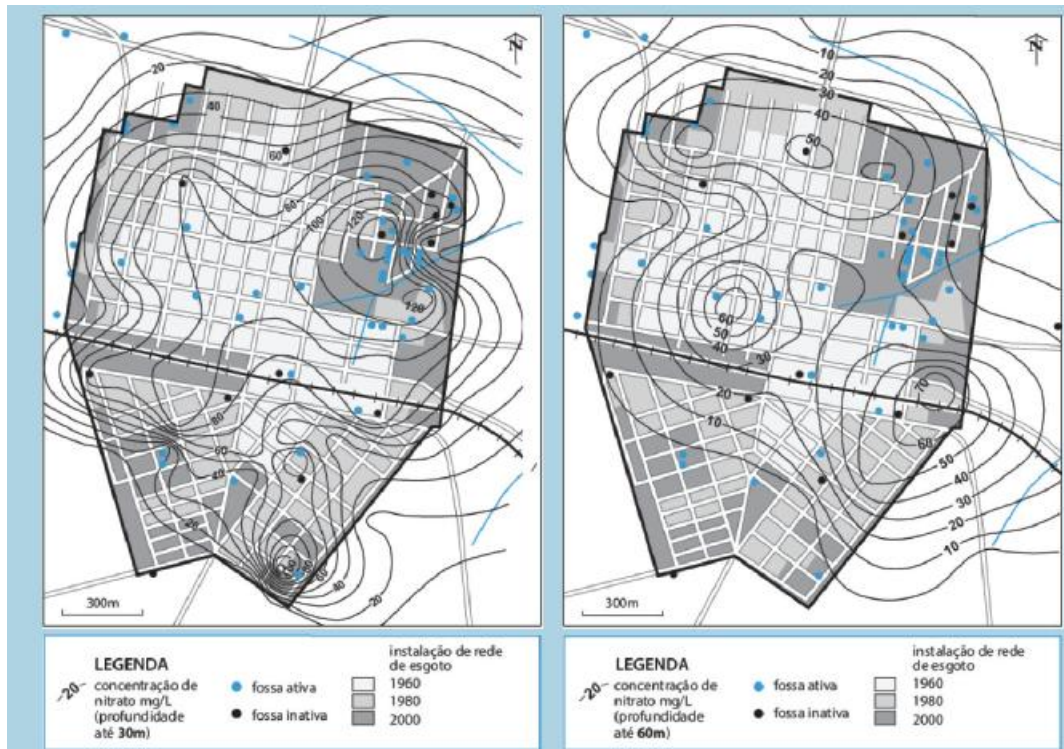
A companhia estadual de águas (CAERN) abastece 95% da população, mas apenas 35% são beneficiadas por rede de esgoto. O abastecimento é majoritariamente subterrâneo baseado em mais de 1.500 poços tubulares, suplementado por águas oriundas das lagoas de Extremoz e Jiqui, ambas conectadas e perenizadas pelas descargas de aquíferos. (TRATA BRASIL, 2019)



Contaminação das águas subterrâneas por nitrato originado do esgoto urbano de Natal (RN) (Hirata, Foster e Oliveira. 2015). Imagem 12

Estudos em cidades paulistas, conduzidos pelo CEPAS|USP, mostram que o vazamento da rede pública urbana é capaz de gerar e manter extensas plumas contaminantes em concentrações que superam os limites de potabilidade. (TRATA BRASIL, 2019)

Urânia é uma cidade de pouco mais de 9 mil habitantes no interior de São Paulo e que em sua parte central conta com uma rede de esgoto construída nos anos 70. Entretanto, estudos hidrogeoquímicos mostraram que a pluma contaminante está presente extensivamente no aquífero, sobretudo até 60 m de profundidade. A área mais afetada pela contaminação encontra-se onde a cidade carecia de rede esgoto, seguida pela área onde a rede era mais antiga. Estudos em Presidente Prudente mostraram igualmente uma relação entre o tempo de vida da rede de esgoto, a densidade populacional e as maiores concentrações de nitrato no aquífero freático sob a cidade. As áreas em que a rede de esgoto foi instalada antes de 1990 tinham os poços mais contaminados. (TRATA BRASIL, 2019)



Contaminação de nitrato no Aquífero Adamantina em Urânia (SP) e a relação com vazamento de antigas redes de esgoto (Hirata, Foster e Oliveira, 2015). Imagem 13

2.5. Políticas Públicas e Gestão Integrada

A gestão integrada dos recursos hídricos (GIRH) é um dos pilares da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/1997, estabeleceu os fundamentos da gestão descentralizada, integrada e participativa dos recursos hídricos no Brasil. No caso das águas subterrâneas, sua aplicação é fundamental para o controle da perfuração de poços, a proteção dos aquíferos e o combate à informalidade, especialmente na região amazônica. Reconhecendo a água como bem público de valor econômico e essencial à vida, a PNRH criou instrumentos como:

- A) Outorga de Direito de Uso;
- B) Cobrança pelo uso da água;
- C) Planos de Recursos Hídricos;
- D) Enquadramento dos corpos de água em classes de uso;
- E) Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Tem como objetivo assegurar o uso sustentável da água, conciliando os interesses econômicos, sociais e ambientais que recaem sobre os corpos hídricos — tanto superficiais quanto subterrâneos. Essa abordagem pressupõe a articulação entre diferentes níveis de governo, setores institucionais e a sociedade civil.

No tocante às águas subterrâneas, a política determina a necessidade de gestão específica dos aquíferos, com vistas à proteção de suas zonas de recarga e ao controle de sua qualidade e quantidade.

Enquadramento dos Corpos de Água, consiste na classificação dos corpos hídricos em classes de qualidade, com base nos usos preponderantes, como abastecimento público, irrigação, recreação ou preservação ambiental. A Resolução CONAMA nº 396/2008 regulamenta o enquadramento de águas subterrâneas, prevendo parâmetros específicos de potabilidade e usos possíveis.

Na prática, o enquadramento ainda é pouco utilizado para aquíferos, sobretudo no Norte do país. Isso se deve à ausência de dados hidroquímicos, limitações institucionais e falta de zoneamento ambiental urbano. A não aplicação do enquadramento impede a definição de zonas de restrição de uso, como já existe em estados como São Paulo e Minas Gerais, dificultando a prevenção da contaminação e a gestão sustentável dos poços.

O Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) reforçou essa visão integrada ao determinar que o planejamento de saneamento básico deve considerar a proteção dos mananciais subterrâneos, estabelecendo metas de universalização dos serviços e incentivo à cooperação interfederativa.

Esses instrumentos jurídicos fornecem a base para a formulação de políticas públicas que articulem saneamento, gestão territorial e proteção das águas subterrâneas.

Os Fundamentos e Princípios da Gestão Integrada, A GIRH parte de três princípios estruturantes:

- A)** Descentralização da gestão por meio de colegiados e conselhos;
- B)** Participação social nas instâncias decisórias (comitês de bacia, conselhos gestores);
- C)** Planejamento por bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial.

No caso específico das águas subterrâneas, a GIRH implica o tratamento dos aquíferos como unidades de gestão hidrogeológica, cuja extensão frequentemente ultrapassa fronteiras municipais ou estaduais, exigindo cooperação interfederativa e instrumentos de governança regional.

A Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole) prevê mecanismos de articulação regional entre municípios, incluindo a gestão de temas ambientais e hídricos. Contudo, até o momento, não há um arranjo cooperativo consolidado entre os municípios, nem instrumentos de planejamento intermunicipal voltados à gestão das águas subterrâneas.

2.5.1. Programas e Políticas de Apoio à Gestão das Águas Subterrâneas

Diversos programas e políticas públicas visam apoiar a gestão sustentável dos poços e dos aquíferos:

- A) Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNAS):** coordenado pela ANA, objetiva a proteção e o uso racional dos aquíferos, com mapeamento hidrogeológico, monitoramento de qualidade e quantidade e capacitação técnica.
- B) Programa Água Boa:** desenvolvido pela FUNASA e pela COSAMA, destina-se a promover o acesso à água potável em áreas vulneráveis, com uso de tecnologias como o SALTA-Z para tratamento da água de poços artesianos.
- C) Sistemas de Informação Integrados:** como o SIAGAS (gerido pela CPRM), o SNIS (Ministério das Cidades) e o CNARH (ANA), que consolidam dados sobre uso, qualidade e disponibilidade de águas subterrâneas.

Contudo, a efetividade desses programas ainda é limitada pela fragmentação institucional, falta de continuidade administrativa e baixa articulação entre União, Estados e Municípios.

É importante ter a Integração de Sistemas e Bases de Dados, para a gestão eficaz das águas subterrâneas depende da integração entre diferentes sistemas de informação, como:

- A) SIAGAS (CPRM)** – Cadastro técnico dos poços e aquíferos;
- B) SNIS (MDR)** – Informações sobre saneamento básico;
- C) SIMAR (estaduais)** – Monitoramento da qualidade ambiental;
- D) SISAGUA (Ministério da Saúde)** – Controle da potabilidade da água.

Atualmente, esses sistemas operam de forma desarticulada, dificultando a formulação de diagnósticos integrados, a delimitação de áreas críticas e a priorização de investimentos. A ausência de interoperabilidade entre as plataformas impede, por exemplo, a análise combinada de localização de poços, índices de contaminação e cobertura sanitária.

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) é composto por diversas bases integradas, como o SIAGAS (águas subterrâneas – CPRM), SNIS (saneamento – MDR) e SIMAR (monitoramento ambiental – estaduais). Esses sistemas visam coletar, armazenar, tratar e divulgar informações relevantes para a gestão hídrica.

O SIAGAS é a principal ferramenta para o controle dos poços artesianos no país. Contudo, ele sofre com dados desatualizados e registros incompletos, sobretudo no Amazonas, onde se estima que mais de 8 mil poços não estejam cadastrados ou não possuam parâmetros completos, comprometendo o controle da qualidade e da vazão extraída.

Tabela 13 - Aplicação dos Instrumentos da PNRH às Águas Subterrâneas

Instrumento	Aplicação Nacional	Situação no Amazonas
Planos de Recursos Hídricos	Poucos estados com planos para aquíferos	Inexistente plano estadual para aquíferos
Enquadramento dos Corpos de Água	Implementado em estados com maior estrutura	Não aplicado às águas subterrâneas
Outorga de Uso	Exigência legal ampla	Baixo cumprimento
Cobrança pelo Uso da Água	Em operação em poucas bacias	Não implementada para poços no Amazonas
Sistema de Informações (SIAGAS)	Base nacional estruturada, porém defasada	Dados incompletos e subnotificação de poços

Feito pelo Autor (Tabela 13)

2.5.2. O Papel dos Comitês de Bacia Hidrográfica e da Participação Social

A gestão descentralizada prevista na PNRH pressupõe a criação e o fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, fóruns democráticos que reúnem usuários, poder público e sociedade civil.

O modelo participativo da GIRH inclui os Comitês de Bacia Hidrográfica, órgãos colegiados com representação do poder público, usuários da água e sociedade civil. No entanto, conforme destaca Villar e Granziela (2019), a representatividade dos usuários de poços artesianos ainda é muito baixa, sobretudo na Amazônia Legal.

Um exemplo positivo é o Comitê da Bacia do São Francisco, que criou uma Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, envolvendo universidades, órgãos reguladores, empresas e movimentos sociais.

Embora tradicionalmente focados em águas superficiais, os Comitês têm papel fundamental na:

- A)** Definição de zonas de proteção de aquíferos;
- B)** Deliberação sobre regras de uso dos recursos subterrâneos;
- C)** Integração de políticas de saneamento e recursos hídricos;
- D)** Fomento à educação ambiental e ao controle social.

Na região Norte, no entanto, poucos comitês efetivamente atuam na gestão dos poços. A criação de um Comitê de Gestão Integrada dos Aquíferos de Manaus seria essencial para articular ações públicas e comunitárias.

O Instrumentos dos Atores da Gestão Integrada, o PNRH estabelece como instrumentos de gestão:

- A)** Planos de Recursos Hídricos (nacional, estadual e de bacia);

- B)** Outorga de direito de uso da água;
- C)** Cobrança pelo uso;
- D)** Enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso;
- E)** Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH).

Esses instrumentos são operacionalizados por meio do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), coordenado pela ANA e composto por órgãos gestores estaduais, Comitês de Bacia Hidrográfica, usuários da água e representantes da sociedade civil.

No entanto, a representação de usuários de poços em Comitês de Bacia Hidrográfica ainda é escassa, especialmente na Região Norte. A gestão das águas subterrâneas permanece invisível nos debates públicos, sendo tratada como solução individual, e não como questão coletiva.

Entretanto, em regiões como a Amazônia, a implementação desses instrumentos enfrenta desafios estruturais, como a ausência de planos estaduais de águas subterrâneas, a baixa cobertura institucional dos comitês e a fragmentação entre bases de dados.

Entre os principais desafios da gestão integrada das águas subterrâneas no Brasil, destacam-se:

- A)** Falta de articulação federativa e regional (especialmente em áreas metropolitanas);
- B)** Sobreposição de competências legais;
- C)** Déficit técnico e orçamentário dos órgãos locais (ex: IPAAM);
- D)** Ausência de bases de dados compartilhadas e interoperáveis;
- E)** Desconexão entre as políticas de saneamento, saúde, meio ambiente e urbanismo.

Para enfrentar essas fragilidades, recomenda-se:

- A)** A criação de planos estaduais de gestão das águas subterrâneas;
- B)** A institucionalização de câmaras técnicas sobre aquíferos nos comitês de bacia;
- C)** O investimento em interoperabilidade entre SIAGAS, SNIS, SIMAR e SISAGUA;
- D)** A implementação de governança metropolitana ambiental, conforme previsto no Estatuto da Metrópole;
- E)** E a formação continuada de lideranças comunitárias para o controle social das políticas públicas hídricas.

Tabela 14 - Comparativo de Políticas Públicas Relacionadas às Águas Subterrâneas

Instrumento/Programa	Órgão Responsável	Foco Principal	Abrangência
PNRH	ANA	Gestão integrada dos recursos hídricos	Nacional
PNAS	ANA	Proteção e uso racional dos aquíferos	Nacional
Água Boa	FUNASA / COSAMA	Acesso a água potável por poços	Região Norte
Comitês de Bacia	ANA / Estados	Gestão descentralizada	Nacional, local
SIAGAS / CNARH	CPRM / ANA	Base de dados de poços	Nacional

Feito pelo Autor (Tabela 14)

A cobrança pelo uso da água, prevista no artigo 19 da Lei nº 9.433/1997, é um instrumento econômico que busca reconhecer a água como bem público de valor econômico. A cobrança incentiva o uso racional do recurso e gera receitas destinadas aos Comitês de Bacia Hidrográfica, que podem aplicá-las em ações de conservação e gestão.

No entanto, a cobrança sobre águas subterrâneas ainda é incipiente no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Centro-Oeste. No Amazonas, não há sistema de tarifação para poços artesianos, e a ausência de dados confiáveis sobre volume captado impede qualquer cálculo adequado. É apontado como entrave a resistência política, a falta de estrutura técnica e a informalidade dos usuários. (SILVA, 2020)

A gestão sustentável das águas subterrâneas exige a articulação entre poder público, instituições técnicas e a sociedade civil. A educação ambiental e a participação social são instrumentos essenciais para a construção de uma cultura de uso responsável da água, especialmente em contextos urbanos com grande número de poços artesianos irregulares, como ocorre em Manaus.

A educação ambiental tem se mostrado essencial para o engajamento comunitário na proteção dos aquíferos. Iniciativas como o SALTA-Z (FUNASA e COSAMA) e campanhas de ONGs como o Instituto Trata Brasil têm promovido a corresponsabilidade local na operação de sistemas de abastecimento e no uso consciente da água.

A Educação Ambiental como Estratégia de Gestão, temos a Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, estabelece que a educação ambiental deve ser transversal e permanente nos processos educativos formais e informais. No campo das águas

subterrâneas, a educação ambiental cumpre a função de esclarecer a origem da água, os riscos da contaminação e a importância da proteção dos aquíferos.

Estudos do Instituto Trata Brasil (2019) mostram que mais de 30% da população urbana que consome água de poços desconhece os parâmetros de potabilidade. O risco de ingestão de nitrato, coliformes e metais pesados se intensifica com a ausência de informação. Por isso, campanhas educativas e oficinas comunitárias são ferramentas fundamentais para a formação de multiplicadores locais.

Iniciativas Integradas de Educação e Participação, dentre as ações de destaque em nível nacional e local, citam-se:

- A) Programa SALTA-Z**, da FUNASA e COSAMA, com capacitação comunitária em operação de tratamento de água;
- B) Campanhas do Instituto Trata Brasil** sobre os riscos do consumo de água de poços sem análise;
- C) Atuação da Rede Água Amazônica**, com produção de materiais educativos e mapeamento participativo de poços clandestinos.

Essas iniciativas comprovam que o envolvimento da comunidade é condição para a eficácia das políticas públicas e para a proteção dos aquíferos como bens comuns. Entre os desafios a enfrentar está a crescente demanda por participação. Não apenas a participação por meio da representação política tradicional, mas a mais moderna e direta, com a adoção de instrumentos de participação política cada vez mais abertos e diretos, em que o cidadão sabe como acessar o poder público e obter respostas concretas para suas aspirações.

A participação organizada e progressiva da população é o caminho insubstituível para a formação de uma sociedade realmente democrática, em que a pessoa humana como fundamento e fim da vida social, tenha sua dignidade respeitada. O homem contemporâneo começa a tomar consciência de que não é apenas um espectador passivo da história, mas seu agente. Essa consciência não se limita a algumas elites, mas se amplia progressivamente em todos os setores da vida social e os impulsiona. O sentimento de participação é um dos mais poderosos elementos propulsores da atividade humana. É ele quem entusiasma e anima a ação dos construtores de uma obra coletiva, seja ela uma casa, uma catedral ou uma cidade mais humana. (CASTRO; SALOMÃO, 2018, p. 319)

A Lei nº 9.433/1997, no art. 1º, incisos V e VI, desenhou um novo modelo de gestão de águas descentralizado e participativo, tendo como base a bacia hidrográfica e o envolvimento dos atores. Essa transformação da gestão se inspirou no modelo de política de águas francês. Caubet (2004, p. 152) esclarece que a descentralização “consiste em delegar [...] o poder de decisão em relação a assuntos político-administrativos”. Partiu-se do pressuposto de que o

envolvimento dos atores e da comunidade no processo de decisão contribui para a democratização, transparência e controle social das políticas de água. (ANA, 2020)

A gestão democrática para a sustentabilidade na escola, a gestão cuida e educa, pois encoraja o respeito à diversidade, a mediação pelo diálogo, a democracia e a participação. Com isso, o coletivo escolar constrói mecanismos mais eficazes para a tomada de decisões. Em algumas escolas, esse processo se dá com o apoio da Comissão de Meio Ambiente e Qualidade de Vida na Escola (MEC, 2012). A Gestão Democrática na Escola Sustentável é baseada no diálogo, na transparência e no compartilhamento de responsabilidades. (ENAP, 2023)

A Agenda 2030 aborda assuntos que demandam a participação de todos, o governo, a sociedade civil e o setor privado. Entretanto, a abordagem integrada e interdisciplinar dos ODS se configura como mais um desafio a ser cumprido pelas cidades, no Brasil e no mundo. Assim, com o intuito de estimular e monitorar o cumprimento dos ODS nos municípios, o Programa Cidades Sustentáveis (PCS) lançou o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR). (ENAP, 2023)

O ODS 6 - Água Potável e Saneamento tem como objetivo principal “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, visando uma atuação integrada da problemática da água no Brasil e, ainda, considerando a transversalidade da água.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) é o principal exemplo de participação da sociedade, os CBHs possuem atribuição legal para deliberar sobre a gestão da água em conjunto com o poder público.

Uma das atribuições mais relevantes dos comitês é estabelecer um conjunto de mecanismos e regras, decididas de forma coletiva, acerca dos diferentes interesses e usos da água. Atualmente, no Brasil, existem 231 comitês de bacia, sendo dez comitês interestaduais e 221 comitês estaduais. (ENAP, 2023)

Fórum onde um grupo de pessoas se reúne para discutir sobre um interesse comum – o uso da água na bacia (ANA, 2011).

A participação ativa das pessoas possibilita decisões mais democráticas e transparentes, já que consultas públicas, reuniões e fóruns são realizados, permitindo que as partes interessadas expressem suas opiniões e contribuam para as políticas e práticas associadas aos recursos hídricos.

Capítulo 3:

OS POÇOS ARTESIANOS E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SANEAMENTO AMBIENTAL NA CIDADE DE MANAUS

3.1. A Situação dos Poços Artesianos em Manaus

A atual situação dos poços artesianos em Manaus não pode ser compreendida sem analisar sua história de expansão urbana. O crescimento acelerado e muitas vezes não planejado da cidade, especialmente a partir da década de 1980 (MACIEL, 2016), criou uma relação direta entre o surgimento de novas áreas residenciais e a proliferação de soluções alternativas de abastecimento, tendo os poços como principal expoente.

3.1.1. Crescimento Urbano Desordenado e a Expansão dos Poços

A cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, possui um histórico de crescimento urbano desordenado, o que repercute diretamente no modelo de acesso à água potável e no uso dos recursos hídricos subterrâneos. Nesse cenário, os poços artesianos emergem como alternativa à limitada cobertura da rede pública de abastecimento, especialmente em bairros periféricos e em áreas sem cobertura de esgotamento sanitário. Segundo levantamento da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), por meio do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2025), Manaus apresenta uma elevada concentração de poços tubulares cadastrados, com variação acentuada em todas as zonas e em diversos bairros.

O acelerado processo de urbanização de Manaus (MACIEL, 2016) desde as décadas de 1980 e 1990 foi acompanhado por um crescimento desordenado urbana, sobretudo nas zonas Norte, Leste e Centro-Oeste. Essas regiões, marcadas por ocupações irregulares e déficit histórico de infraestrutura básica, passaram a depender amplamente de soluções alternativas de abastecimento hídrico, em especial os poços artesianos.

A perfuração de poços artesianos em Manaus tornou-se prática recorrente. Justamente pela ausência de políticas públicas eficazes de abastecimento de água e a baixa cobertura da rede pública de saneamento favoreceram a proliferação de poços domiciliares, tanto em áreas regulares quanto em assentamentos informais. A proliferação de poços perfurados sem acompanhamento técnico, sem licença ambiental e sem nenhum controle da qualidade da água. Essa prática se institucionalizou como solução informal diante da ineficiência dos serviços públicos.

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), órgão estadual responsável pelo licenciamento de perfuração, registra uma crescente demanda por uso individual da água subterrânea:

De acordo com o banco de dados do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), são **3.223** poços outorgados como fonte de captação subterrânea, sendo que nos últimos cinco anos, o IPAAM concedeu um total de **1.775** outorgas para captação de água subterrânea no Amazonas, distribuídas conforme as seguintes finalidades: **Residencial:** 604 outorgas; **Industrial:** 333 outorgas; **Comercial:** 817 outorgas; **Agrícola:** 18 outorgas (dispensa de outorga em meio rural). (IPAAM, 2025)

Embora os dados do IPAAM correspondam apenas aos poços outorgados, também são contabilizados os poços oficiais e alguns não outorgados (clandestinos) pelo CPRM, por meio do SIAGAS, que reúne informações sobre a quantidade de poços em todo o país.

Atualmente, os dados de poços cadastrados estão disponíveis no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM). Conforme registros do SIAGAS, há aproximadamente 9.707 poços cadastrados no estado do Amazonas (IPAAM, 2025)

Como aponta SILVA (2020), a prática da perfuração de poços em áreas urbanas de Manaus tornou-se culturalmente incorporada como solução particular para a ausência do Estado, tornando-se uma prática cotidiana, mesmo em áreas com restrições ambientais.

Ainda de acordo com a autora, esse fenômeno está diretamente relacionado à expansão de loteamentos não regularizados e à precariedade da infraestrutura urbana nas zonas mais afastadas do centro histórico da cidade.

Esse fenômeno se relaciona à lógica da autogestão do abastecimento por parte da população, reforçando a precarização da política pública e contribuindo para o agravamento de riscos sanitários e ambientais, pois ocorre muitas vezes sem critérios técnicos mínimos, licenciamento ambiental ou qualquer acompanhamento da qualidade da água consumida. A vulnerabilidade é intensificada em áreas com solo pouco profundo, adensamento elevado e ausência de drenagem pluvial, como os bairros de zonas periféricas situadas nas zonas norte e leste, englobando também a zona rural de Manaus.

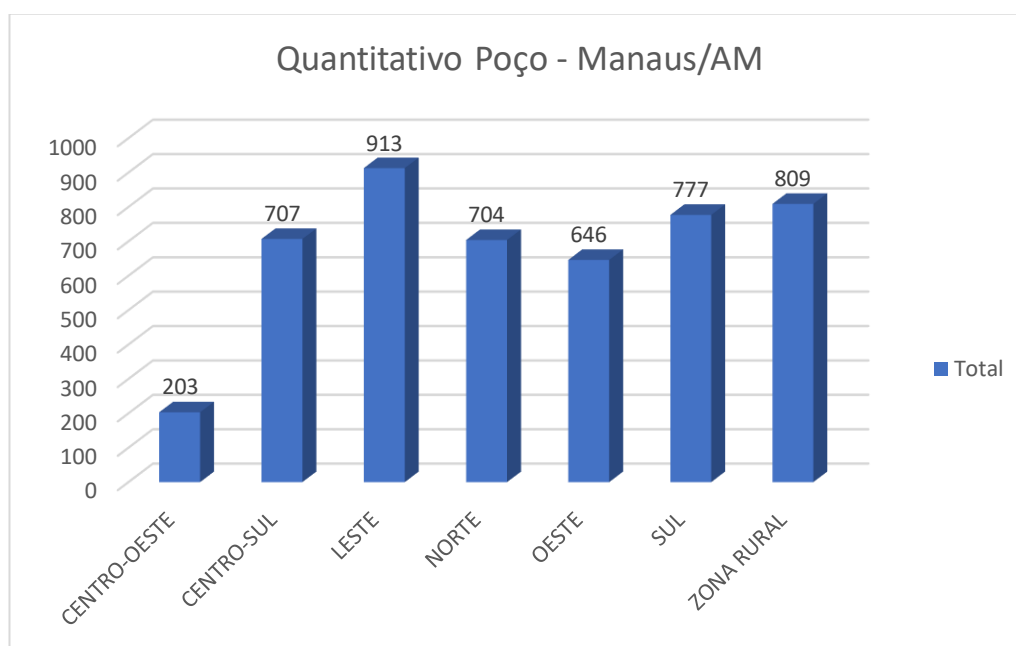
3.1.2. Distribuição Geográfica dos Poços por Zona e Bairros

Dados atualizados obtidos diretamente com o **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas** (SIAGAS, 2025) indicam que Manaus possui cerca de **4.759 poços cadastrados**, sendo a maior parte destinada ao uso doméstico. O IPAAM órgão responsável pela outorga tem cadastrado **2.548** poços até 2022, nos últimos cinco anos, o IPAAM (2025) concedeu um total de **1.775** outorgas para captação de água subterrânea no Amazonas, mostrando assim que o SIAGAS tem em seu cadastro os poços considerados clandestinos, sendo um cadastro mais

completo. No entanto, estimativas do próprio órgão apontam que esse número pode ser duas a três vezes maior, considerando os poços clandestinos e não cadastrados, estimativas do CPRM sugerem que o número real pode ultrapassar os 15 mil, considerando a elevada subnotificação e o número de perfurações ilegais sem outorga ou registro.

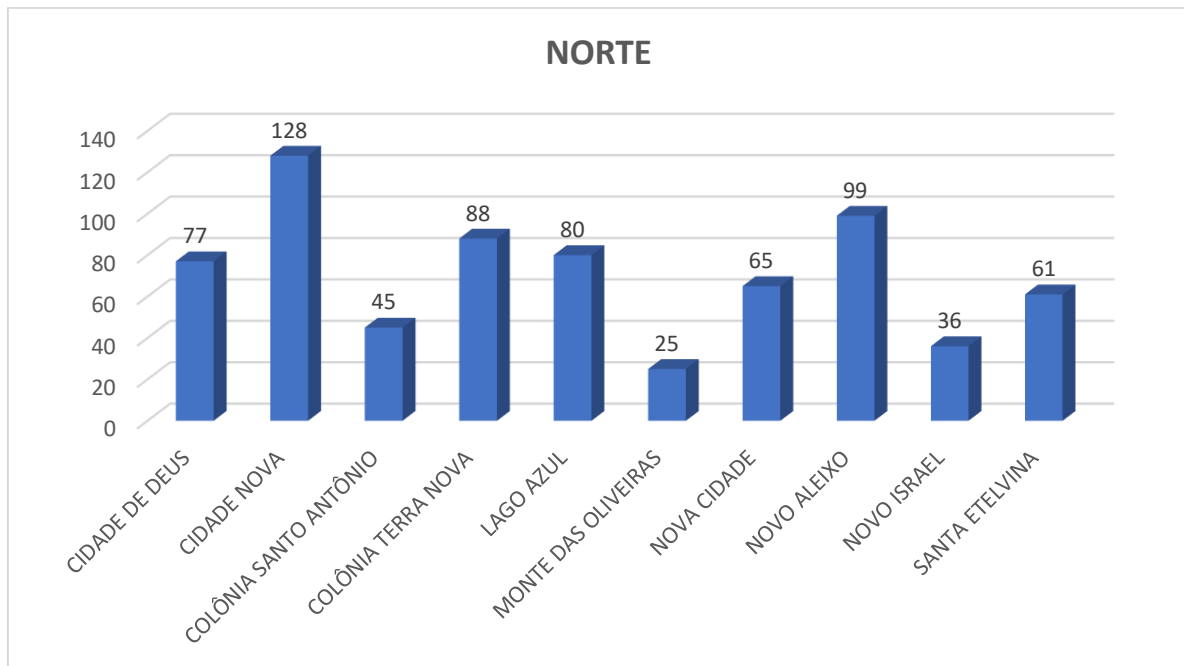
A concentração é grande em todas as zonas de forma proporcional ao de números de habitantes, mas com maior destaque nas **zonas Norte, Leste e Sul da cidade**, que historicamente apresentam baixa cobertura de água encanada e são marcadas por crescimento urbano espontâneo. Ao sistematizar os dados do SIAGAS (2025), para melhor entendimento de filtragem dos dados optei por ‘criar’ uma Zona a mais, a Zona Rural, pois ela engloba parte periféricas mais distantes do centro urbano de Manaus, localizado nas rodovias, Ramais e vicinais todos pertencentes a Cidade de Manaus.

Dados do SIAGAS e a Distribuição Geográfica dos Poços, por zonas da cidade de Manaus (imagem 14):



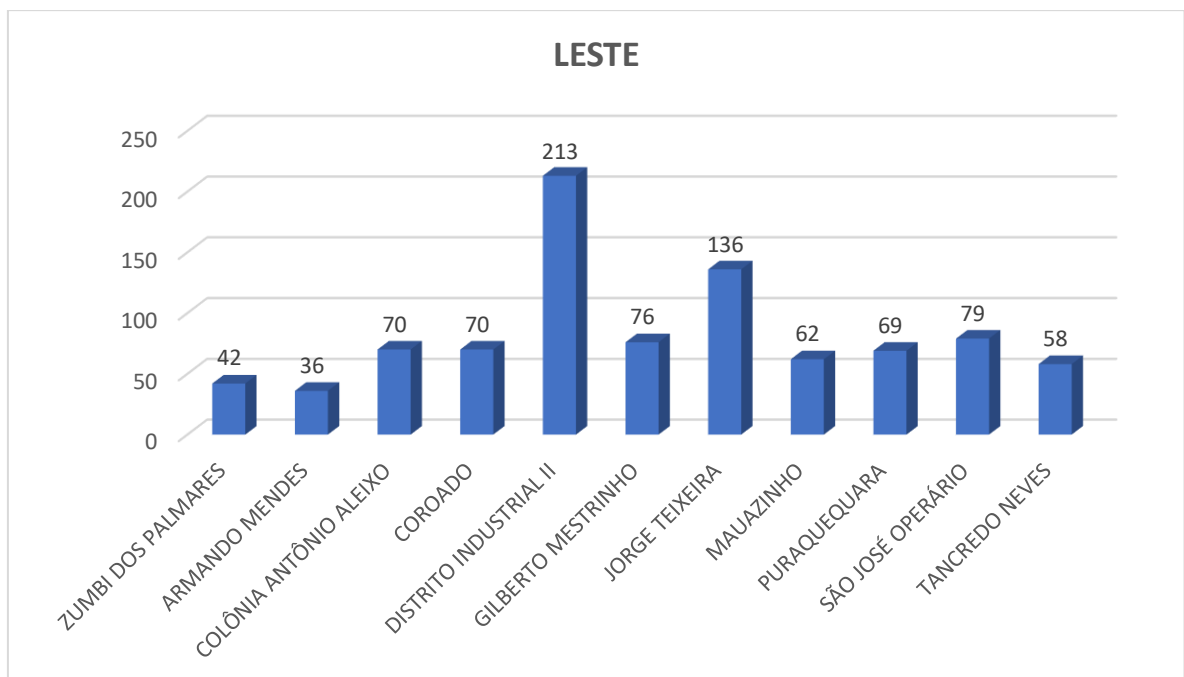
Feito pelo Autor (imagem 14)

Os bairros da zona norte (imagem 15) com maior número de perfurações cadastradas são: Cidade Nova e Novo Aleixo, segundo dados sistematizados do **SIAGAS (2025)**. Representam cerca de 1/3 dos poços daquela zona.



Feito pelo Autor (imagem 15)

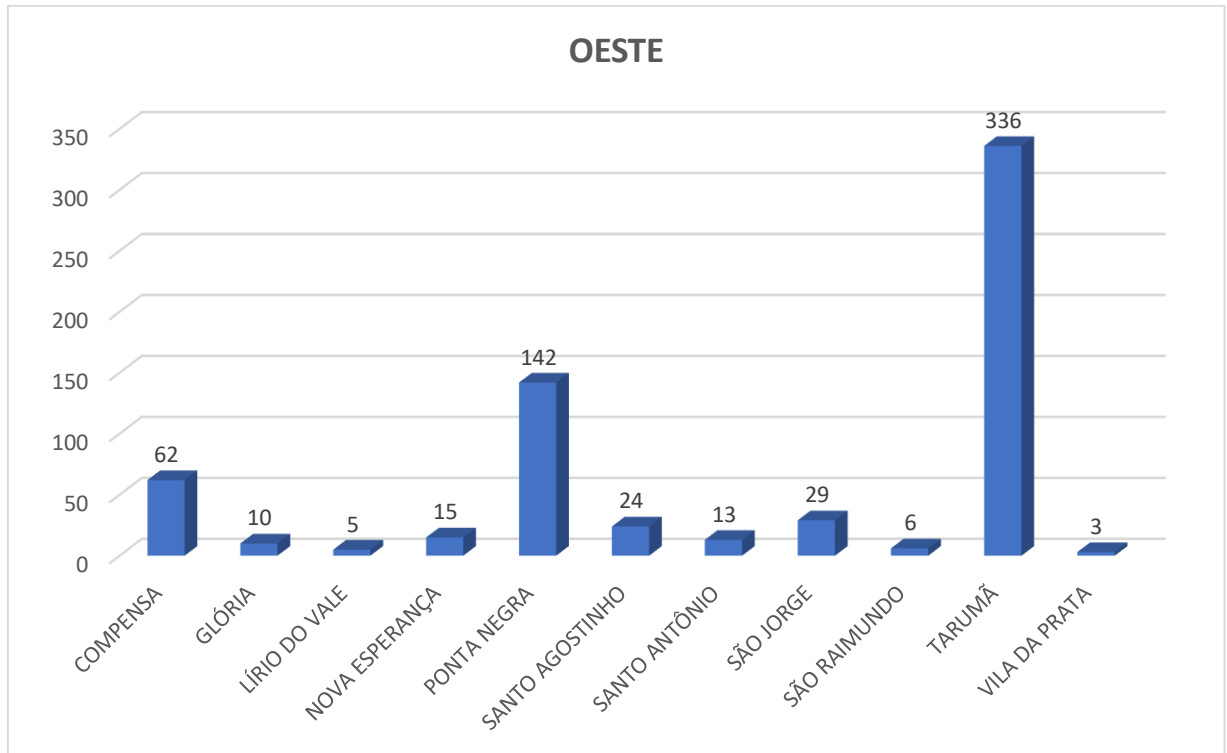
Na Zona Leste de Manaus (imagem 16), os dois bairros com maior número de poços artesianos, é o Jorge Teixeira, bairro mais populoso de Manaus, segundo o Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Distrito Industrial II que além da indústria ali instalada em terrenos próximos existem ocupações subnormais, famosas ocupações clandestinas.



Feito pelo Autor (imagem 16)

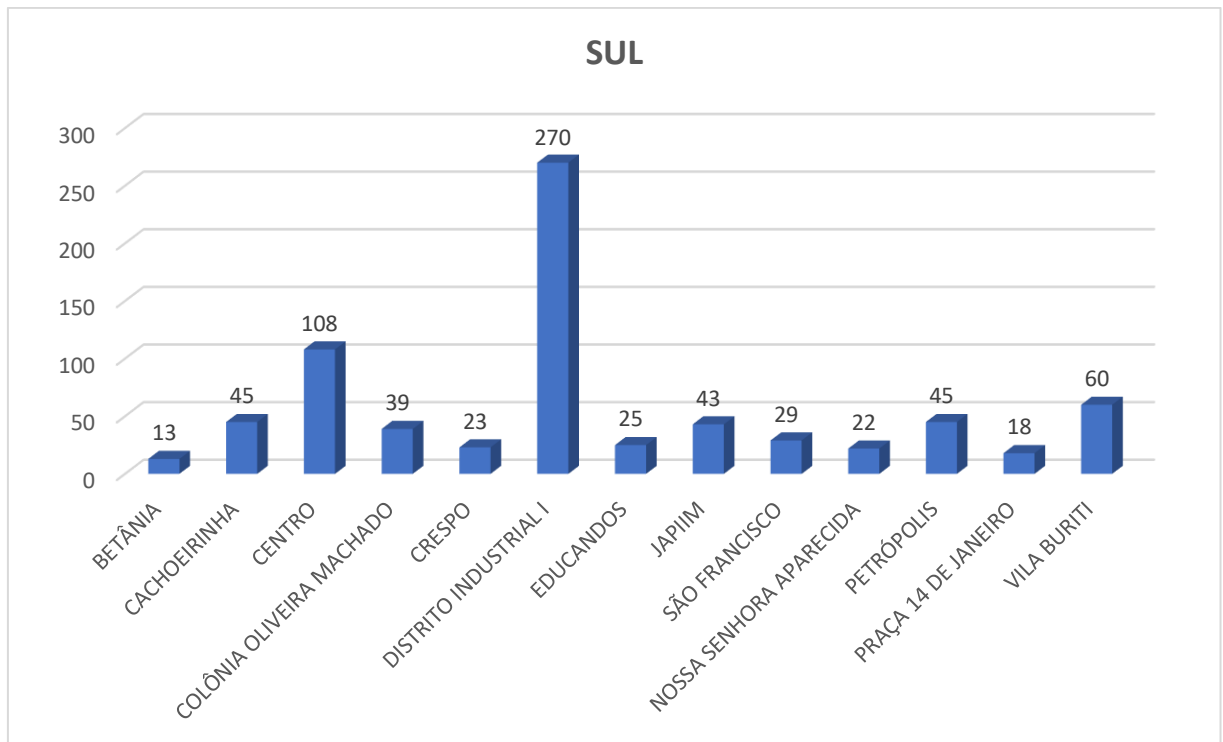
Na Zona Oeste de Manaus (imagem 17), os bairros Tarumã e Ponta Negra são os que mais se destacam pela quantidade de poços artesianos. Entretanto, esses dados são curiosos,

pois tais bairros são considerados áreas nobres da cidade. Isso se deve, em parte, ao fato de os próprios condomínios da região utilizarem poços, bem como da presença de áreas periféricas ao redor que também fazem uso dessa forma de captação. Ressalta-se ainda que o bairro Tarumã, até cerca de 15 anos atrás, era considerado área Rural de Manaus.



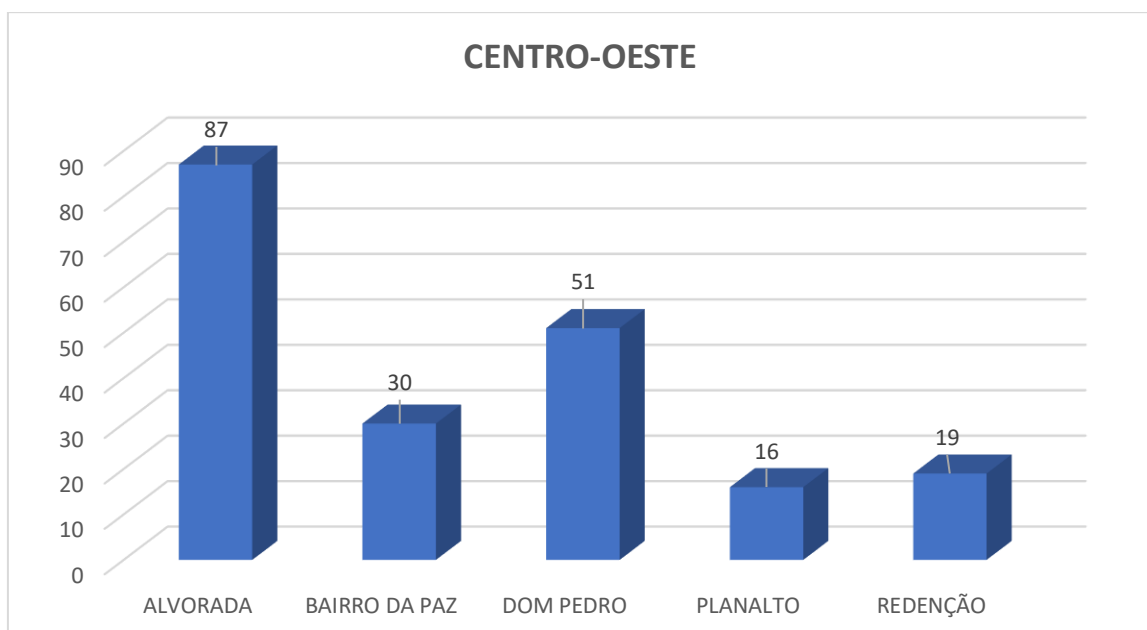
Feito pelo Autor (imagem 17)

Na Zona Sul de Manaus (imagem 18), o bairro que mais se destaca em relação a poços artesianos, é o Distrito Industrial I, pois é o segundo bairro menos populoso de Manaus, segundo o Censo 2022 do IBGE, além da indústria ali instalada em terrenos próximos existem ocupações subnormais, famosas ocupações clandestinas, muito parecido como Distrito Industrial II, conforme mencionado na Zona Leste, um outro destaque na Zona Sul é o Bairro Vila Buriti, é o bairro com menor número de habitantes com apenas 2.571.

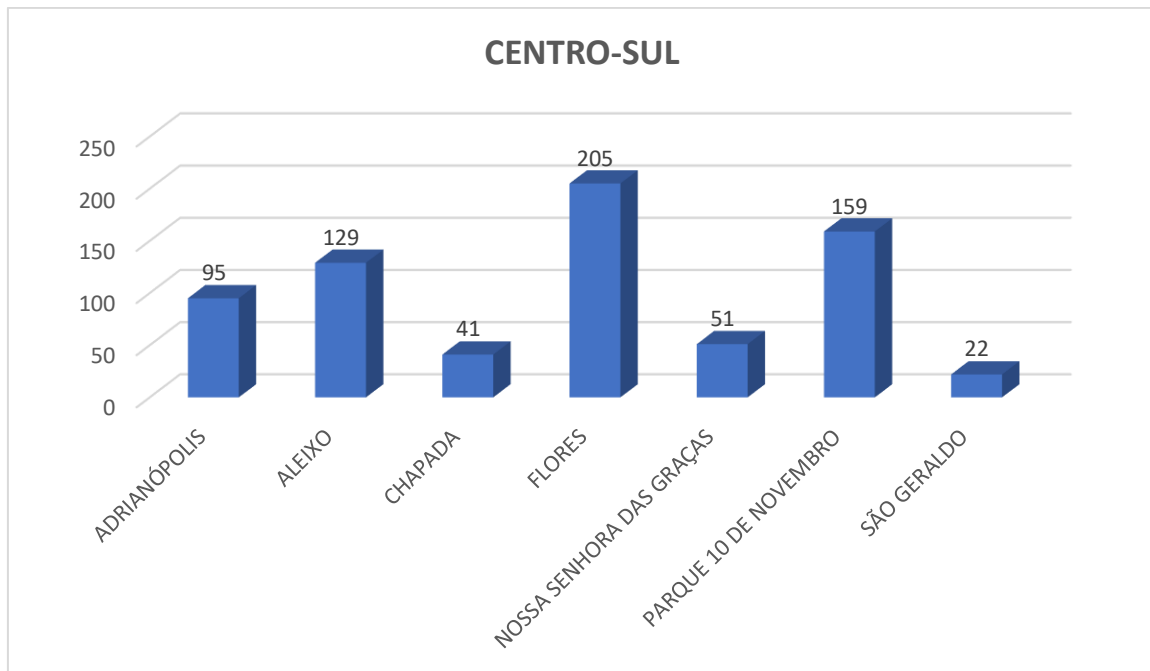


Feito pelo Autor (imagem 18)

Nas Zonas Centro-Oeste (imagem 19) e Centro-Sul (imagem 20), regiões mais centrais de Manaus, abrigam áreas comerciais e residenciais, como condomínios e em suas voltas áreas periféricas, se destacam os bairros da Alvorada (Zona Centro-Oeste) um dos 10 bairros mais populosos de Manaus com mais de 60 mil habitantes, e o bairro de Flores (Zona Centro-Sul) com mais de 40 mil habitantes.

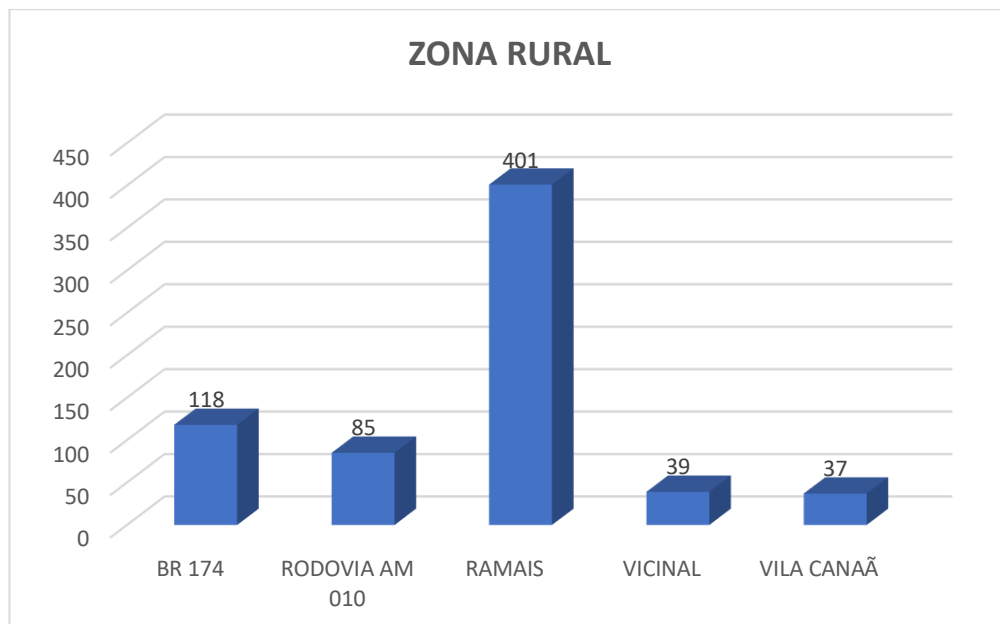


Feito pelo Autor (imagem 19)



Feito pelo Autor (imagem 20)

É importante ressaltar, que apesar da zona rural (imagem 21) não ser uma zona em si, mas para facilitar o entendimento de áreas mais distante do centro urbano de Manaus, foi separada os poços e nomeados como zona rural, nota-se que a zona rural de Manaus tem a segunda maior quantidade de poços. Esta opção de separar por Zona Rural se deu, pois muitos estão em rodovias, ramais e vicinais.



Feito pelo Autor (imagem 21)

Nessas regiões, a ausência de rede de abastecimento da concessionária Águas de Manaus, aliada à precariedade sanitária e topografia crítica, favoreceu o surgimento de soluções individuais ou comunitárias por meio de poços, muitas vezes rasos, não vedados e localizados

a menos de 5 metros de fossas rudimentares em desacordo com as exigências legislativas para a sua construção, o que os torna vulneráveis à contaminação por esgoto doméstico, chorume e águas de superfície, especialmente durante o período de cheia do rio Negro.

A perfuração de poços em Manaus está sujeita à legislação federal (Lei nº 9.433/1997) e às normas estaduais, especialmente aquelas regulamentadas pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), órgão responsável pela concessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado. No entanto, conforme apontado por ROCHA (2014) e COSTA (2019), a ausência de um zoneamento hidrogeológico obrigatório para as áreas urbanas dificulta o controle efetivo da abertura de novos poços, permitindo a proliferação de perfurações ilegais e o uso desregulado da água subterrânea

3.1.3. Tipos de Poços, Profundidade Média e Riscos Sanitários em Manaus

Conforme citado no capítulo anterior sobre profundidades, em Manaus, os poços tubulares são classificados em dois tipos predominantes:

- A) Poços rasos (semiartesianos):** com profundidade entre 10 e 50 metros, geralmente perfurados com equipamentos manuais ou de pequeno porte, sem revestimento completo ou laje sanitária;
- B) Poços profundos (artesianos):** com profundidade superior a 70 metros, muitas vezes perfurados por empresas contratadas, com estruturas mais robustas e custo mais elevado.

Segundo o SIAGAS (2025) indicam que a maioria dos poços cadastrados em Manaus apresentam profundidade inferior a 50 metros, sendo, portanto, mais suscetíveis à infiltração de contaminantes de superfície, como coliformes, nitrato e metais dissolvidos. Essa vulnerabilidade é intensificada pela ausência de proteção física nas bocas dos poços e pela proximidade com fossas rudimentares, frequentemente construídas no mesmo lote.

Para ROCHA (2014), apresenta evidências da contaminação cruzada entre poços localizados em áreas densamente povoadas, com relatos de alteração no sabor, odor e coloração da água em períodos de chuvas intensas. A autora destaca que em bairros como Mutirão, Compensa e Tancredo Neves, muitos poços compartilham terrenos com sistemas rudimentares de esgotamento ou com despejo direto no solo, ampliando os riscos sanitários.

Relatórios do Instituto Trata Brasil (2020) e dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020) demonstram que a cidade de Manaus enfrenta sérios desafios na gestão da água subterrânea, sobretudo em áreas periféricas sem coleta de esgoto. Nessas

regiões, a presença de poços artesianos próximos a fossas rudimentares, sem laje sanitária, contribui para o risco elevado de contaminação.

A **Portaria GM/MS nº 888/2021**, em vigor desde maio de 2021, estabelece os parâmetros de potabilidade da água no Brasil. Para o nitrato, o limite máximo permitido é de 50 mg/L, sendo recomendada ação preventiva a partir de 10 mg/L. Para coliformes termotolerantes, o limite é de ausência em 100 mL de amostra. Diversos estudos apontam que poços rasos — especialmente com profundidade inferior a 50 metros — são mais suscetíveis à infiltração desses contaminantes, principalmente quando há ocupação desordenada e ausência de fiscalização pública (BRASIL, 2021; TRATA BRASIL, 2021).

Segundo levantamento da CPRM disponível no SIAGAS (2025), grande parte dos poços registrados em Manaus está concentrada nas zonas Norte e Leste, com profundidades médias entre 20 e 45 metros o que reforça sua vulnerabilidade diante da precariedade do saneamento básico em bairros como Jorge Teixeira, Cidade Nova e Novo Aleixo.

A qualidade da água subterrânea consumida via poços em Manaus é heterogênea, mas apresenta níveis críticos de contaminação em praticamente todas as zonas, especialmente nas áreas de expansão urbana irregular, indicando que há contaminação significativa por coliformes fecais, nitrato e ferro dissolvido em poços domiciliares.

3.2. O Saneamento Ambiental em Manaus

O cenário do saneamento ambiental em Manaus é um fator determinante para a qualidade das águas subterrâneas, e a cobertura de esgotamento sanitário é seu indicador mais revelador. O expressivo déficit nesse serviço impulsiona a multiplicação de soluções informais para a destinação de efluentes que, por sua vez, ameaçam diretamente a integridade dos aquíferos que abastecem grande parte da cidade.

3.2.1. Cobertura de Esgotamento Sanitário

A relação entre o uso de poços artesianos e o saneamento ambiental em Manaus é marcada por uma profunda assimetria. Enquanto parte da cidade é atendida por rede pública de abastecimento de água e esgotamento sanitário operada pela concessionária Águas de Manaus, outra parcela significativa da população recorre a soluções autônomas, como os poços artesianos, sem a devida estrutura de coleta e tratamento de esgotos. Essa realidade acentua vulnerabilidades sanitárias, especialmente nas zonas Norte e Leste.

Manaus apresenta um dos mais baixos índices de cobertura de esgotamento sanitário entre as capitais brasileiras. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2022), apenas 32,3% da população do município é atendida por rede coletora de esgoto. Isso significa que cerca de 1,3 milhão de habitantes dependem de soluções precárias, como fossas rudimentares, valas negras ou despejo direto em igarapés.

O déficit de cobertura é notoriamente desigual. Segundo o estudo do Instituto Trata Brasil (2021), as zonas Norte, Leste e Centro-Oeste apresentam os piores índices de cobertura, variando entre 18% e 28%. Onde há maior densidade de poços artesianos, são também as regiões com menor cobertura de esgoto formal.

Bairros como Jorge Teixeira, Nova Vitória, Colônia Terra Nova, Mutirão, Tancredo Neves e Zumbi dos Palmares são os mais afetados, registrando altos índices de esgotamento informal ou ausência total de infraestrutura sanitária. Essa precariedade coincide com os locais de maior concentração de poços artesianos informais, conforme mapeamento do SIAGAS (2025).

Como aponta DAMASCENO (2018), “a expansão urbana de Manaus desconsiderou a implantação simultânea de rede de esgoto, provocando um cenário de autoconstrução sanitária precária com alto potencial de impacto sobre a saúde pública e o meio ambiente”.

3.2.2. Relação entre Ausência de Saneamento e Contaminação das Águas Subterrâneas

A inexistência de esgotamento sanitário adequado é um dos principais fatores de contaminação dos aquíferos em Manaus. Os poços artesianos rasos, quando perfurados em áreas sem rede de esgoto, estão altamente suscetíveis à infiltração de efluentes oriundos de fossas rudimentares, sumidouros e escoamento superficial contaminado.

A correlação entre a ausência de saneamento básico e a contaminação dos poços artesianos em Manaus é direta, para SILVA (2020), bairros sem rede coletora de esgoto apresentam contaminação por coliformes fecais.

A **Portaria GM/MS nº 888/2021** estabelece os padrões de qualidade da água para consumo humano, incluindo os limites máximos permitidos para nitrato, coliformes totais e *Escherichia coli*. No entanto, segundo análise técnica da FUNASA (MANUAL SALTA-Z, 2017), poços em regiões densamente povoadas e sem rede de esgoto frequentemente ultrapassam os limites recomendados.

Níveis elevados de coliformes termotolerantes, nitrato e ferro dissolvido em poços localizados nas zonas Leste e Norte da cidade, por serem as regiões com maior número de poços incluindo a zona Rural. O nitrato é considerado um dos principais indicadores de contaminação por esgoto doméstico, e seus níveis ultrapassaram em alguns casos os 50 mg/L, limite máximo definido pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

A principal causa está na proximidade entre poços e fossas rudimentares, comum em bairros de ocupação espontânea. Estudos da CPRM (2019) revelam que, em diversas áreas, a distância entre os sistemas de esgoto e os poços é inferior a 5 metros — desrespeitando a ABNT NBR 7229/1993, que exige mínimo de 15 metros.

Esse cenário contribui para um ciclo de exposição crônica da população a patógenos e metais, especialmente em crianças e idosos, gerando custos sanitários ocultos e sobrecarga nos sistemas de saúde.

3.2.3. Doenças de Veiculação Hídrica e Vulnerabilidade Social em Manaus

A precariedade sanitária em Manaus gera impactos diretos sobre a saúde pública, com destaque para as doenças de veiculação hídrica. São registrados casos de doenças gastrointestinais, como diarreia aguda, hepatite A e giardíase, sobretudo em bairros com baixa cobertura sanitária e uso predominante de poços artesianos.

Em áreas periféricas os domicílios utilizavam água subterrânea sem tratamento. As áreas mais afetadas coincidem com as que apresentam maior densidade populacional, menor renda média e maior número de crianças em idade escolar.

Como destaca DAMASCENO (2018), a exposição prolongada à água contaminada compromete o desenvolvimento físico e cognitivo de crianças, gerando um ciclo de vulnerabilidade sanitária que se perpetua pela ausência de políticas públicas eficazes.

O relatório da FUNASA (2017) também reforça que a exposição a coliformes e nitrato em água não tratada aumenta o risco de síndromes intestinais, principalmente em populações que dependem exclusivamente de poços em comunidades isoladas ou ocupações periféricas.

Esse cenário confirma a urgência de ações articuladas entre saúde, meio ambiente e saneamento, com uso de tecnologias descentralizadas, como o SALTA-Z, e campanhas educativas permanentes sobre higiene, descarte adequado e proteção dos poços.

Tabela 15 - Resumo: Fatores de Risco à Qualidade da Água Subterrânea em Manaus:

Fator de Risco	Consequência Direta
Proximidade com fossas	Contaminação por coliformes

Nitrato acima do limite	Risco de intoxicação, doenças infantis
Ausência de outorga ou licença	Falta de controle e monitoramento
Falta de inspeção da Vigilância	Poços contaminados continuam operando
Inexistência de tratamento de água	Consumo direto de água contaminada

Feito pelo Autor (Tabela 15)

3.3. Exploração Sustentável dos Recursos Hídricos Subterrâneos em Manaus

Para discutir a exploração sustentável dos recursos hídricos subterrâneos em Manaus, é essencial primeiro compreender a dimensão e as características da principal fonte desse recurso: o Aquífero Alter do Chão. Reconhecido como uma das maiores reservas de água doce do mundo, seu vasto potencial é paradoxalmente acompanhado de grande vulnerabilidade, decorrente de um modelo de exploração urbano desordenado e sem controle.

3.3.1. O Aquífero Alter do Chão e o Potencial Hídrico da Região Metropolitana de Manaus

O subsolo de Manaus é composto por uma das maiores reservas de água subterrânea da América do Sul: o Aquífero Alter do Chão, parte integrante da Bacia Sedimentar Amazônica. Essa formação geológica possui elevada capacidade de armazenamento e boa qualidade natural da água, sendo responsável por abastecer milhares de domicílios na capital amazonense, especialmente por meio de poços artesanais.

A exploração das águas subterrâneas deve considerar não apenas a disponibilidade quantitativa, mas também os riscos associados à superexploração e à contaminação dos aquíferos, sobretudo em centros urbanos amazônicos como Manaus. O uso desordenado dos poços, aliado à ausência de políticas públicas integradas, evidencia a necessidade de adotar estratégias de gestão baseadas nos princípios da sustentabilidade ambiental, participação social e governança hídrica.

Segundo dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2018), a vazão média dos poços perfurados em camadas do Alter do Chão varia de 5.000 a 20.000 litros/hora, com melhor desempenho nos setores Sul e Centro-Sul da cidade, onde os poços são mais profundos e protegidos por camadas argilosas.

Em contrapartida, nas zonas Norte e Leste, a maioria das perfurações ocorre de forma superficial, com profundidades entre 20 e 45 metros, o que expõe os poços à contaminação direta por esgoto doméstico, infiltrações e resíduos sólidos urbanos. Como aponta o relatório

conjunto CPRM (2018), a urbanização acelerada e a impermeabilização de áreas de recarga natural comprometeram o equilíbrio hidrogeológico da cidade.

A dissertação de SILVA (2020) complementa esse diagnóstico com a percepção de abundância hídrica na capital do Amazonas mascara uma profunda desorganização institucional, marcada pela ausência de instrumentos de controle sobre o uso das águas subterrâneas.

A ausência de proteção das áreas de recarga, somada à ausência de fiscalização efetiva, contribui para o risco de sobrecarga do aquífero, redução da qualidade da água e conflitos pelo uso futuro do recurso — especialmente diante das mudanças climáticas e da pressão demográfica.

No entanto, o uso desse potencial em Manaus ocorre de forma desordenada, principalmente por meio de poços artesianos sem controle técnico. A ausência de um plano de uso das águas subterrâneas da capital amazonense, conforme previsto nos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), compromete a sustentabilidade do recurso.

3.3.2. Falta de Zoneamento Hidrogeológico e Ausência de Outorga em Manaus

Apesar da importância estratégica do Aquífero Alter do Chão para o abastecimento da capital amazonense, Manaus não possui qualquer instrumento técnico ou legal de zoneamento hidrogeológico urbano. Isso significa que a cidade opera sem delimitação de áreas de recarga, zonas de restrição à perfuração ou classificação de aquíferos por vulnerabilidade ambiental.

Apesar de o Estado do Amazonas possuir o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-AM) desde 2010, o município de Manaus ainda não desenvolveu um plano local que integre o ordenamento territorial com a gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Em estados como São Paulo, Minas Gerais e Ceará (TRATA BRASIL, 2019), esse tipo de zoneamento é integrado aos planos diretores municipais e serve de base para a concessão de outorga, cobrança pelo uso e delimitação de áreas prioritárias de proteção. Em Manaus, a perfuração de poços ocorre sem critérios técnicos, inclusive em zonas críticas, como as proximidades dos igarapés do Mindu e do Quarenta.

Segundo a Lei nº 9.433/1997, o uso de águas subterrâneas depende de outorga de direito de uso, instrumento que visa garantir controle sobre a quantidade captada, proteger os usuários e assegurar a sustentabilidade da fonte. No Amazonas, essa competência é exercida pelo IPAAM, conforme a Lei Estadual nº 3.167/2007-AM, que institui a Política Estadual de

Recursos Hídricos, prevê, no artigo 24, a necessidade de outorga para o uso de águas subterrâneas. Contudo, a aplicação prática dessa exigência é extremamente limitada.

O estudo do Instituto trata Brasil (2019) também denuncia a existência de sobreposição entre poços rasos, falta de laje sanitária e perfurações em locais de risco, como terrenos instáveis e áreas de preservação permanente (APPs).

A inexistência de banco de dados integrado entre IPAAM, SEMMAS, SIAGAS, COSAMA e Vigilância Sanitária contribui para a fragmentação das políticas públicas e dificulta o planejamento de ações corretivas, educativas e regulatórias.

A governança sustentável da água subterrânea pressupõe a articulação entre órgãos públicos, usuários e sociedade civil. No entanto, Manaus ainda carece de um Comitê de Bacia Hidrográfica em funcionamento, o que compromete a efetiva implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997).

3.3.3. Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e sua (in)aplicação em Manaus

A **Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)**, instituída pela **Lei nº 9.433/1997**, define cinco instrumentos centrais para a gestão racional e participativa da água no Brasil:

1. Planos de Recursos Hídricos;
2. Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso;
3. Outorga de direito de uso da água;
4. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
5. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Contudo, em Manaus, apesar de a cidade estar assentada sobre aquíferos estratégicos, nenhum desses instrumentos é aplicado de forma efetiva às águas subterrâneas. O município não possui um plano específico para gestão dos poços, não realiza o enquadramento de qualidade para aquíferos urbanos, e a cobrança, como será abordado a seguir, não é aplicada nem mesmo em áreas críticas, o que inviabiliza ações preventivas ou a imposição de restrições de uso.

A) Planos de Recursos Hídricos

A cidade de Manaus não possui plano municipal de recursos hídricos que contemple a gestão subterrânea. O PERH-AM (2010) é genérico e carece de detalhamento urbano, deixando o município sem diretrizes locais.

B) Enquadramento

O enquadramento dos corpos d'água visa definir os usos prioritários com base na qualidade. No caso dos aquíferos de Manaus, não existe sequer um levantamento sistemático das classes de uso. Isso impede a criação de zonas de proteção, tampões sanitários e áreas de restrição à perfuração.

C) Sistema de Informações

O SIAGAS (CPRM) é a principal base de dados nacional, mas em Manaus sua atualização é esparsa e subutilizada pelos órgãos estaduais e municipais. A integração com as bases da Vigilância Sanitária local é inexistente. Conforme consta no endereço eletrônico do SIAGAS, A Moção Nº 039 da CNRH, de 7 de dezembro de 2006, recomendou a integração entre os sistemas SIAGAS, SNIRH, SINIMA, SIGHIDRO, SNIS e SIPNRH, inexistindo a obrigatoriedade para a vigilância sanitária.

A ausência de aplicação desses instrumentos compromete não apenas a gestão ambiental, mas também a saúde pública e o planejamento urbano, como reforça o estudo de DAMASCENO (2018), a fragmentação institucional da gestão hídrica em Manaus compromete a implementação efetiva da PNRH.

Apesar do grande potencial de uso das águas subterrâneas no Brasil, é importante lembrar que seu uso está condicionado à obediência de diversas formalidades legais: o registro do poço, a obtenção de autorizações no âmbito dos órgãos públicos (outorga de direito de uso de recursos hídricos, declaração de uso isento, licença de perfuração etc.), a possibilidade de cobrança pelo uso do recurso hídrico, se esse instrumento estiver implantado na bacia, e a necessidade de realizar monitoramento da qualidade da água.(TRATA BRASIL, 2019)

Além disso, a cobrança pelo uso, prevista no artigo 5º, IV, da Lei nº 9.433/1997, jamais foi implementada no Amazonas. A Lei estadual nº 3.167/2007-AM autoriza a cobrança, mas nunca foi regulamentada.

3.3.4. A Cobrança pelo Uso da Água Subterrânea e Proposta para Manaus

A cobrança pelo uso da água subterrânea é prevista no artigo 5º, inciso IV, da Lei nº 9.433/1997, como um dos instrumentos fundamentais da PNRH. Essa cobrança tem natureza regulatória, não tributária, com objetivo de induzir o uso racional, reconhecer o valor econômico da água e financiar ações de gestão hídrica.

Apesar de prevista também na Lei Estadual nº 3.167/2007-AM, artigo 28, a cobrança nunca foi regulamentada no Amazonas. Assim, nenhum usuário em Manaus — seja comercial, industrial ou institucional — paga pela captação direta do aquífero, mesmo em áreas de grande densidade populacional ou risco de contaminação.

O relatório TRATA BRASIL (2019) e ANA (2020), mostra que estados como São Paulo, Ceará e o Distrito Federal já implementaram modelos de cobrança com base em volume estimado captado por poços, categoria do usuário e local de inserção.

Segundo ANA (2020), a cobrança pelo uso das águas subterrâneas é ferramenta essencial para garantir equilíbrio entre exploração, conservação e sustentabilidade econômica da gestão.

Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo (imagem 22):

COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DE SÃO PAULO – COBRANÇA ESTADUAL PAULISTA (Vigentes desde 01/01/2016)		
Tipos de Usos	Unidade	Valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs)
Captação, Extração e Derivação	R\$/m ³	0,0127
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,0255
Lançamento de carga orgânica (DBO5,20)	R\$/Kg	0,1274

Fonte: Agência das Bacias PCJ.

Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Fonte: ANA, (2020) (imagem 22)

Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais (imagem 23):

COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – COBRANÇA ESTADUAL MINEIRA (Vigentes desde 01/01/2010)		
Tipos de Usos	Unidade	Valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs)
Captação de água bruta superficial	R\$/m ³	0,01
Captação de água bruta subterrânea	R\$/m ³	0,0115
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica (DBO5,20)	R\$/Kg	0,10
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,015

Fonte: Agência das Bacias PCJ.

Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>>.

Acesso em: 12 nov. 2018.

Fonte: ANA, (2020) (imagem 23)

A **proposta para Manaus**, com base nos exemplos de São Paulo e Minas Gerais, seria o:

- A) Cadastramento obrigatório de poços (urbanos e rurais);
- B) Categorização dos usuários: residencial, comercial, industrial;
- C) Definição de faixas de consumo e tarifas mínimas para grandes usuários;

- D)** Isenção para usos sociais/comunitários com tratamento adequado (ex: SALTA-Z);
- E)** Vinculação dos recursos arrecadados ao Fundo Municipal de Saneamento.

Essa proposta pode ser viabilizada por meio de decreto estadual regulamentador da Lei nº 3.167/2007-AM ou por projeto de lei municipal complementar, com base na competência concorrente ambiental e sanitária dos municípios (art. 30, CF/88).

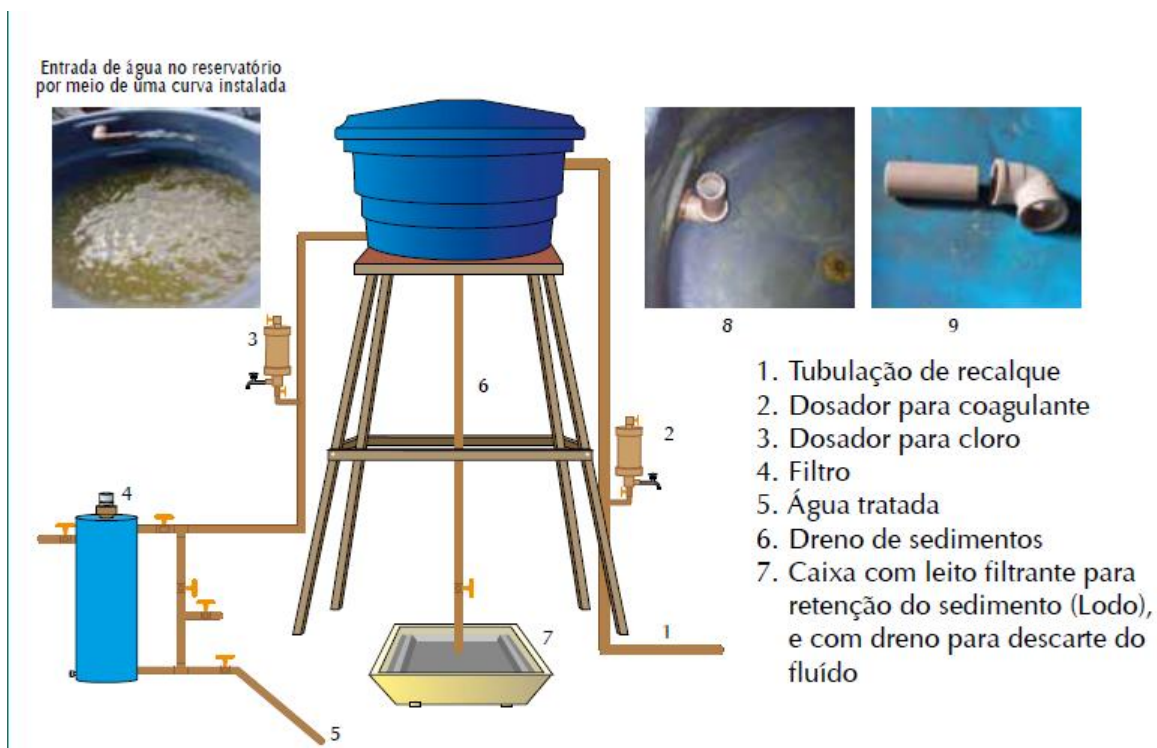
3.4. O Sistema SALTA-Z e a Gestão Comunitária

O sistema SALTA-Z surge como uma alternativa tecnológica relevante justamente por oferecer uma solução simplificada e de baixo custo para o tratamento de água de fontes como os poços, viabilizando-o para comunidades sem acesso à rede pública. Entender seus fundamentos técnicos é o primeiro passo para avaliar seu potencial de aplicação e sua eficácia no contexto manauara, especialmente na remoção de contaminantes comuns nas águas subterrâneas locais.

3.4.1. Fundamentos Técnicos do Sistema SALTA-Z

O Sistema Alternativo Coletivo Simplificado de Tratamento de Água com Zeólita (SALTA-Z) é uma tecnologia social desenvolvida e difundida pela FUNASA com o objetivo de garantir acesso à água potável em comunidades urbanas e rurais onde não há cobertura da rede pública ou onde a qualidade da água é comprometida. A partir do tratamento físico-químico de água subterrânea ou superficial. A estrutura do sistema é modular e de baixo custo, podendo ser adaptada a diferentes tipos de fonte e volume de captação.

A seguir Ilustração (imagem 24) física da SALTA-z para tratamento de águas superficiais:



Fonte: FUNASA (2017) (imagem 24)

De acordo com o **Manual SALTA-Z** (FUNASA, 2017, p. 14–16), o sistema é composto por:

- A) Etapas de floculação, decantação, filtração (com zeólita) e desinfecção;
- B) Tanques elevados e unidades de distribuição por gravidade;
- C) Mídia filtrante de zeólita com alta capacidade de remoção de ferro, manganês e amônia;
- D) Capacidade de tratamento entre 2.000 e 20.000 litros/dia, dependendo do modelo.

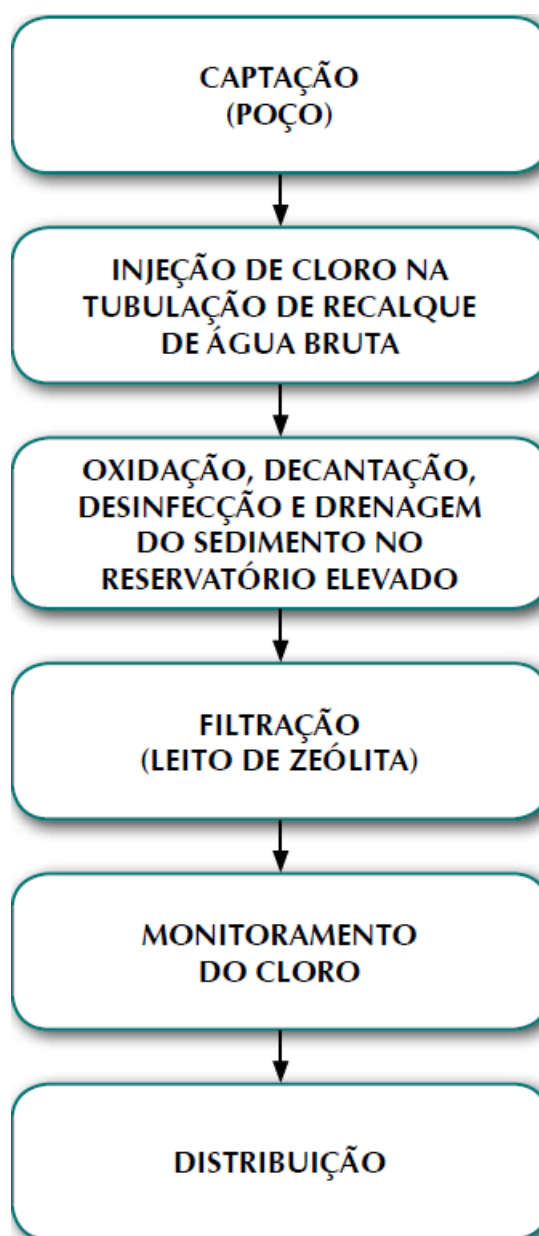
A seguir o fluxograma (imagem 27) do processo de tratamento para águas subterrâneas na remoção de ferro e manganês (FUNASA, 2017):



Poço na Vila de Ajuruteua/Bragança-PA (FUNASA, 2017) (imagem 25)



Poço na comunidade Cumarú/Igarapé-Açu/PA (FUNASA, 2017) (imagem 26)



Fluxograma FUNASA 2017 (imagem 27)

O sistema é operado manualmente por agentes comunitários capacitados, o que o torna ideal para implantação em comunidades, escolas, postos de saúde e associações de bairro.

A FUNASA destaca que o SALTA-Z atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, sendo eficaz na eliminação de coliformes e redução da turbidez e cor aparente da água.

Como sintetiza o manual técnico, o SALTA-Z é uma tecnologia de fácil operação, baixo custo, alta eficiência e adequada para contextos de vulnerabilidade sanitária, permitindo controle comunitário sobre a qualidade da água (FUNASA, 2017).

O tratamento é capaz de remover coliformes, turbidez, ferro, manganês e compostos orgânicos, atendendo aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021. O sistema já foi implantado em mais de 2.000 localidades do Brasil, incluindo escolas, comunidades quilombolas e aldeias indígenas.

3.4.2. Experiências com o SALTA-Z no Amazonas

O SALTA-Z tem sido aplicado com sucesso em diversas regiões brasileiras, com resultados positivos tanto em áreas rurais quanto em comunidades urbanas isoladas. Segundo o Manual SALTA-Z (FUNASA, 2017), mais de 2.000 sistemas já foram instalados em todo o país até 2020.

No Amazonas foi implementado com o nome Projeto Água Boa (COSAMA, 2025), o projeto tem beneficiado comunidades ribeirinhas, promovendo a saúde e o bem-estar da população local. Foi criado em resposta aos desafios climáticos enfrentados no Amazonas. Os órgãos públicos do Governo do Estado do Amazonas que estão ligados ao projeto, é a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano (SEDURB), Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE) e Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA), uniu esforços com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), para implementar essa importante iniciativa.

Em 2020, durante a pandemia de Covid-19, o projeto incluiu a instalação de três Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAC). Utilizando a Ferramenta de Análise de Gargalos no Setor de Água, Saneamento e Higiene (WASH BAT) e Avaliação Participativa dos Riscos Climáticos, foram identificadas as principais dificuldades de acesso à água potável e ao esgotamento sanitário, bem como os riscos climáticos que afetam o abastecimento no município. O projeto foi concebido para garantir água segura às populações ribeirinhas em situação de vulnerabilidade socioambiental. (FUZIEL et. Al, 2024)

O apoio do UNICEF ao Governo do Amazonas na área de saneamento básico teve início em 2020, durante a emergência sanitária da pandemia de Covid-19, com a instalação de três Sistemas Alternativos de Tratamento de Água à base de Zeólita, o SALTA-z. Essa tecnologia social de abastecimento de água, desenvolvida pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), foi criada para atender pequenas comunidades sem ou com dificuldades de acesso à água potável (UNICEF, 2023).

O Projeto Água Boa foi implantado no município de Careiro da Várzea, com a expectativa de suprir as necessidades de acesso à água para consumo humano, nas escolas da rede municipal de ensino: Balbina Mestrinho, Frei Isidoro e Maria da Conceição Silva Coutinho, neste contexto, beneficiando de igual modo os moradores das Comunidades Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Gutierrez e Peniel do Areal. Desde então, a Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAC), utilizando a metodologia SALTA-z, foi modernizada pela equipe técnica do Estado do Amazonas, através da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano (SEDURB), da Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE) e da Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA). Em 2023, as SACs instaladas em parceria com o UNICEF foram adaptadas ao padrão final do Projeto Água Boa. (FUZIEL et. Al, 2024)

O município de Careiro da Várzea está situado na 7ª Sub-Região do Rio Negro e Solimões, com área territorial de 2.631 Km², o que corresponde a 0,17% do Estado do Amazonas. É o menor município em extensão geográfica do Estado. A sede da cidade localiza-se à margem esquerda do Paraná do Careiro. Limita-se com os municípios de Autazes, Careiro, Manaquiri, Iranduba, Manaus e Itacoatiara, e encontra-se a apenas 25 metros acima do nível do mar, razão pela qual enfrenta diversos problemas relacionados às intempéries climáticas (IDAM, 2013).

Careiro da Várzea enfrenta desafios significativos em relação ao acesso à água potável e ao esgotamento sanitário. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indicam que apenas 7,95% da população local tem acesso a redes de abastecimento de água potável, em contraste com as médias muito mais elevadas de 83,5% no estado do Amazonas e 84,2% em todo o Brasil (SNIS, 2021). Além disso, a escassez de informações oficiais sobre o esgotamento sanitário agrava a situação, dificultando uma compreensão completa dos desafios enfrentados pela população local (SNIS, 2021).

A metodologia utilizada em um SALTA-z contempla as etapas de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e cloração, as mesmas empregadas em Estações de Tratamento de Água (ETAs) dos grandes sistemas de abastecimento (FUZIEL, et. Al 2024).

Segundo os autores a modernização da SAC que concebeu o Água Boa, incluiu a adaptação para torná-la mais resiliente aos eventos hidrológicos intensificados pela mudança do clima, como a instalação de sistemas de bombeamento que utilizam energia solar fotovoltaica, a utilização de estruturas metálicas, a construção de bases de concreto e o posicionamento das instalações em locais menos vulneráveis a eventos hidrológicos extremos.

Os autores mencionam que são realizados treinamentos formativos para a comunidade local, visando capacitá-la para a operação e manutenção sustentável dos sistemas, o fornecimento de insumos químicos (coagulante para a clarificação e hipoclorito para a desinfecção), bem como oficinas de educação ambiental.

O sistema Água Boa instalado em Careiro da Várzea contou com (FUZIEL, et. Al, 2024):

Adaptação às Mudanças Climáticas: Dada a intensificação dos eventos hidrológicos extremos na região, os sistemas foram adaptados para serem mais resilientes a secas prolongadas, enchentes e ao fenômeno de “terras caídas”;

Utilização de Estruturas Metálicas: Optou-se por estruturas metálicas, por serem de material mais durável, suportando melhor as condições climáticas extremas;

Altura das Estruturas: Para aumentar a resiliência às enchentes, a altura das estruturas foi definida em 6 metros;

Bases de Concreto: A instalação de bases de concreto reforçadas ajuda a proteger os sistemas contra a movimentação do solo;

Mananciais de Abastecimento: Para garantir o acesso contínuo à água potável, os mananciais de abastecimento estão situados em áreas menos vulneráveis a eventos hidrológicos, podendo ser superficiais ou subterrâneos;

Capacitação da Comunidade: A comunidade local é treinada para operar e manter os sistemas de forma sustentável, garantindo sua longa vida útil;

Oficinas de Educação Ambiental: Pretende-se realizar oficinas de educação ambiental para sensibilizar a comunidade sobre a importância da conservação dos recursos hídricos e do meio ambiente;

Uso de Energia Solar: O UNICEF proporcionou apoio técnico e financiamento para a incorporação de energia solar no Projeto Água Boa. Essa inovação garante um fornecimento mais estável de energia elétrica e, consequentemente, de água potável. Isso é especialmente importante, considerando que a rede de energia da eletrificação rural apresenta recorrentes apagões, devido a dificuldades de manutenção. Além disso, a captação de água é realizada por bombas elétricas. A incorporação de energia solar também contribui para a sustentabilidade ambiental da SAC, uma vez que reduz o consumo de combustível fóssil utilizado na matriz energética convencional;

Articulação com os Stakeholders: Além da parceria com a SEDURB/UGPE/COSAMA, o UNICEF desempenhou um papel ativo na articulação com outras Secretarias do Governo do Amazonas, com a Prefeitura de Careiro da Várzea e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) para a capacitação de técnicos do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VigiÁgua) do município e da COSAMA. Essa colaboração interinstitucional é essencial para o fortalecimento das capacidades locais de gestão de água e esgotamento sanitário.

A implementação do Projeto Água Boa no município de Careiro da Várzea representou uma estratégia e uma política pública de extrema relevância para as comunidades atendidas. O projeto beneficiou 52 famílias na Comunidade Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, totalizando 212 pessoas; 1.110 famílias na Comunidade Gutierre, abrangendo cerca de 3.400 pessoas; e 96 famílias na Comunidade Peniel do Areal, alcançando 317 pessoas. (FUZIEL, et. Al, 2024)

Os autores mencionam que essa iniciativa contribui para as metas de universalização do saneamento básico e para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU.

Para assegurar a qualidade da água fornecida à população atendida pelo Projeto Água Boa em Careiro da Várzea (imagem 28 e 29), a equipe técnica da COSAMA realiza monitoramentos periódicos. Esse acompanhamento tem como objetivo verificar os parâmetros de potabilidade e garantir que os recursos hídricos disponibilizados às comunidades estejam em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde.



A: Água Boa – Comunidade Perpétuo Socorro



B: Água Boa – Comunidade Gutierrez

Fonte: (FUZIEL, et. Al, 2024) (imagem 28)



A: Chafariz utilizado pela comunidade



B: Coleta de amostras se água



C: Amostras no frasco para análise



D: Teste com pastilha de potabilidade

Fonte: (FUZIEL, et. Al, 2024) (imagem 29)

As iniciativas do Projeto Água Boa têm o potencial de servir como um modelo para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes. Essa experiência destaca a importância da colaboração entre organizações governamentais e não governamentais na busca de soluções sustentáveis que assegurem o acesso à água potável e a proteção dos direitos fundamentais.

3.4.2.1. Potencial de Contribuição para o Saneamento Ambiental

Com base na compilação de dados fornecidos pelos departamentos responsáveis pela entrega de materiais e pelo atendimento de ponta de linha da COSAMA (2025), foram passadas as informações sobre os purificadores de água distribuídos por cidade no Amazonas destaque que em Manaus são usados 10 purificadores. A iniciativa visa atender a população ribeirinha, garantindo o acesso à água potável.

Neste contexto o projeto água boa poderia ser utilizada em Manaus, modelo do SALTA-Z, embora inicialmente rural, possui características que o tornam aplicável em áreas urbanas periféricas de Manaus, especialmente nos bairros localizados nas zonas Norte, Leste, Centro-Oeste e principalmente na zona Rural, onde há predominância do uso de poços artesianos, ausência de rede de esgoto e elevada incidência de doenças gastrointestinais. A estrutura modular do SALTA-Z permitiria sua instalação prioritariamente nos seguintes contextos:

- A) Comunidades com poços contaminados e ausência de rede de abastecimento;
- B) Escolas e postos de saúde com captação própria;
- C) Associações de moradores com poço comunitário;
- D) Áreas com vulnerabilidade sanitária comprovada pela Vigilância ou SIAGAS.

A implantação pode ocorrer com apoio da FUNASA, COSAMA, UEA ou UFAM, concessionária de água de Manaus, o IPAAM, SEMSA e Associação de moradores, por meio de convênio técnico e capacitação local, como ocorreu nesta experiência do projeto água boa.

A implementação de unidades SALTA-Z em bairros de Manaus pode:

- A) Reduzir a exposição à água contaminada em regiões críticas;
- B) Regularizar e melhorar a qualidade da água de poços existentes;
- C) Diminuir a carga sobre o sistema de saúde com redução de doenças hídricas;
- D) Servir como modelo de gestão comunitária participativa, com apoio técnico.

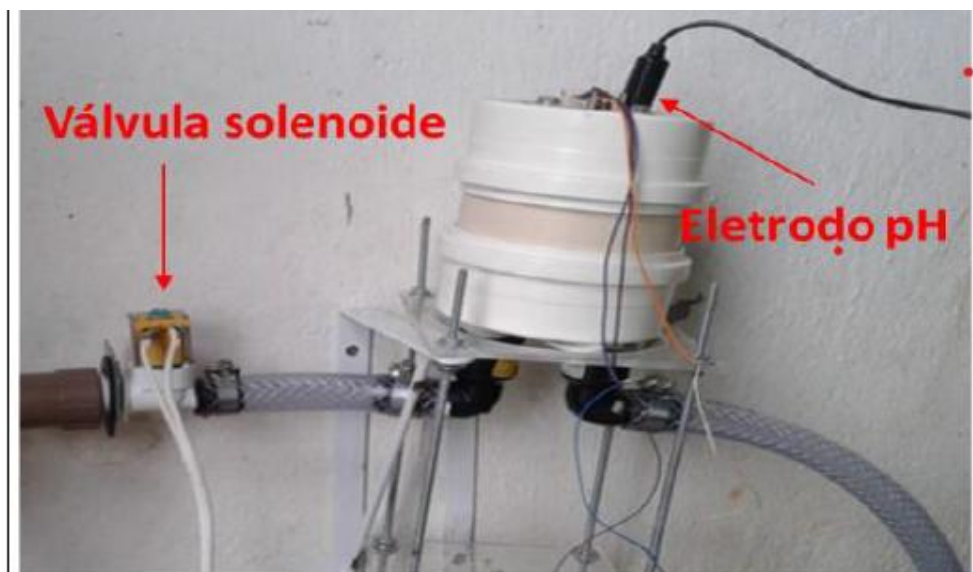
Como destaca o Manual da SALTA-Z (2017), o protagonismo local é um dos pilares para a sustentabilidade do sistema, seja por meio de mutirão, cofinanciamento ou responsabilidade pela manutenção.

3.4.3. Comparação com Humaitá (AM)

A cidade de Humaitá, localizada no sul do estado do Amazonas, com aproximadamente 56 mil habitantes, representa uma experiência interessante de controle e monitoramento da qualidade da água subterrânea em contexto urbano-amazônico. Embora de porte menor que Manaus, o município compartilha características estruturais similares, como o uso intensivo de poços artesianos em áreas sem rede de abastecimento e saneamento básico. Tendo em vista que a situação do interior do Amazonas em comparação a Manaus, é como se fosse uma periferia de Manaus.

Em comparação com Manaus, o município de Humaitá (AM) apresenta experiências localizadas de controle e monitoramento da água de poços com apoio acadêmico e uso de tecnologias sociais. A dissertação de COSTA (2019) aponta o uso de sensores de baixo custo

(imagem 30) para medição de parâmetros de potabilidade (pH, turbidez, condutividade elétrica) como exemplo de boa prática que pode ser replicada em Manaus.



Suporte com a válvula e eletrodo de pH. Fonte: COSTA, 2019 (imagem 30)

Para COSTA (2019) investigou o monitoramento da qualidade da água de poços em bairros periféricos de Humaitá, utilizando sensores de baixo custo (baseados em Arduino) e análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos da água (pH, turbidez, condutividade elétrica e nitrato). Os resultados apontaram variações significativas nos níveis de potabilidade da água, sobretudo em áreas próximas a fossas rudimentares e escoamento superficial.

Diferente de Manaus, o estudo foi conduzido em parceria com escolas e associações de bairro, criando uma rede comunitária de monitoramento e controle dos poços, com apoio técnico de professores e alunos da universidade.

As principais lições para Manaus incluem:

- A) A possibilidade de aplicar tecnologia social de baixo custo para avaliação contínua da qualidade da água;
- B) O potencial de envolver comunidades escolares e técnicas locais na governança dos poços;
- C) A importância de um sistema descentralizado de controle com transparência e dados públicos acessíveis.

A diferença fundamental está no nível de envolvimento comunitário e na capacidade de integrar dados locais à tomada de decisão. Em Manaus, o número absoluto de poços é muito maior, mas a governança é fragmentada e carece de fiscalização integrada entre IPAAM, SEMMAS, Vigilância Sanitária e a Concessionária de água de Manaus.

Tabela 16 - Síntese – Tópico 3.4: O Sistema SALTA-Z e a Gestão Comunitária em Manaus

Elemento	Conteúdo
Diagnóstico principal	Dependência de poços contaminados em comunidades e ausência de soluções públicas de tratamento
Dados-chave	Mais de 2.000 SALTA-Z instalados no Brasil; eficiência na remoção de coliformes, ferro e manganês
Problemas identificados	Contaminação em áreas sem rede pública; poços rasos e desprotegidos; falta de tratamento coletivo
Propostas discutidas	Aplicação do SALTA-Z em bairros periféricos de Manaus; convênios com FUNASA, UFAM/UEA, COSAMA, IPAAM, SEMSA
Base legal/técnica	Portaria GM/MS nº 888/2021; Lei nº 11.445/2007 (Marco do Saneamento); Manual técnico da FUNASA

Feito pelo Autor (Tabela 16)

3.5. Governança e Proposta de Comitê de Águas Subterrâneas em Manaus

A proposta de criação de um comitê específico para as águas subterrâneas em Manaus parte de um diagnóstico crítico: o modelo de governança atual é ineficiente pela falta de articulação entre os órgãos responsáveis e pela ausência de um espaço deliberativo unificado. Essa fragmentação institucional, reflexo de uma omissão histórica na gestão hídrica local, é o problema central que precisa ser enfrentado para garantir o uso sustentável do Aquífero Alter do Chão.

3.5.1. Ausência de Governança Local e Fragmentação Institucional

Embora Manaus esteja localizada sobre um aquífero estratégico — o Alter do Chão — e possua milhares de poços artesianos perfurados, **não existe atualmente um comitê de gestão voltado exclusivamente às águas subterrâneas** na capital. A governança hídrica é fragmentada entre órgãos como SEMMAS, IPAAM, COSAMA, Vigilância Sanitária e Águas de Manaus, sem articulação formal ou base deliberativa unificada.

A consolidação de uma política pública voltada à segurança hídrica e ao saneamento ambiental na cidade de Manaus exige o enfrentamento de desafios estruturais, legais e institucionais. A ausência de articulação entre os diversos entes da administração pública, somada à fragilidade do marco regulatório local sobre águas subterrâneas, torna urgente a proposição de um modelo integrado de gestão que leve em conta as especificidades da realidade amazônica

A Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece no artigo 33 que os Comitês de Bacia Hidrográfica são instrumentos colegiados de natureza deliberativa e consultiva, essenciais à descentralização da gestão das águas. A Lei Estadual nº 3.167/2007-AM, por sua vez, permite a criação de comitês temáticos ou setoriais.

No entanto, nenhum comitê com foco em águas subterrâneas foi instituído até o momento. O **Comitê da Sub-Bacia do Tarumã-Açu**, que poderia abranger parte do aquífero, encontrou-se inativo de 2011 até 2016, como destacado por DAMASCENO (2018), mas em 2016 voltou ao seu funcionamento.

Esteve desarticulado no período de junho de 2011 a dezembro de 2016, onde por eleição direta elegeu uma nova Diretoria com mandato para o Biênio 2016-2018 (ATA 1ª. Reunião Ordinária 2016, CBHTA). A Diretoria eleita em dezembro de 2016 teve seu mandato destituído em abril de 2018, por motivo de vacância dos três cargos, Vice-Presidência, Secretaria Executiva e Vice-Secretaria Executiva (ATA 3ª. Reunião Ordinária 2018, CBHTA). (DAMASCENO, 2018)

É importante mencionar que o comitê ter sua importância teórica de mostrar essa união de órgãos públicos e a sociedade civil, na prática não é atuante e não engloba águas subterrâneas, mas é um exemplo do que pode ser feito para melhorar a relação com o meio ambiente.

Para DAMASCENO (2018) reforça que, a gestão das águas subterrâneas em Manaus é marcada por omissão institucional, ausência de colegiados e lacunas jurídicas, favorecendo a invisibilidade política do recurso.

Essa omissão compromete a implementação de instrumentos como outorga, cobrança, fiscalização e proteção de áreas de recarga. Além disso, a inexistência de participação social impede o controle democrático sobre um bem essencial, dificultando a atuação de associações, universidades e movimentos ambientais.

3.5.2. Experiências de Comitês em Outros Estados e Proposta para Manaus

Estados como São Paulo, Ceará e Minas Gerais já implantaram **comitês temáticos ou territoriais voltados à gestão de águas subterrâneas**, com forte atuação na articulação entre poder público, usuários e sociedade civil. Esses modelos demonstram a viabilidade técnica e institucional da descentralização da governança hídrica mesmo em contextos urbanos complexos.

Alguns Estados contam com redes de monitoramento de águas subterrâneas, como por exemplo São Paulo, Rio Grande do Norte, Distrito Federal e Minas Gerais (ANA, 2017). O Sistema Aquífero Guarani possui 5 pontos de monitoramento desde 2008 (ANA, 2017). No âmbito federal, tem-se a iniciativa da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo

e Quantitativo de Águas Subterrâneas – RIMAS, que é regulamentada pela Resolução CNRH nº 107/2010.

Essa rede deverá ser planejada e coordenada pela ANA e implantada, operada e mantida pela CPRM, em articulação com os órgãos e entidades gestores de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal (art 2º da Resolução CNRH nº 107/2010). Desde 2009, a CPRM vem implantando esse programa, que é composto por poços existentes e construídos. Os dados obtidos são armazenados no SIAGAS e devem ser integrados ao SNIRH. Em 2017, a rede contava com 347 estações de monitoramento (ANA, 2017) (ANA, 2020).

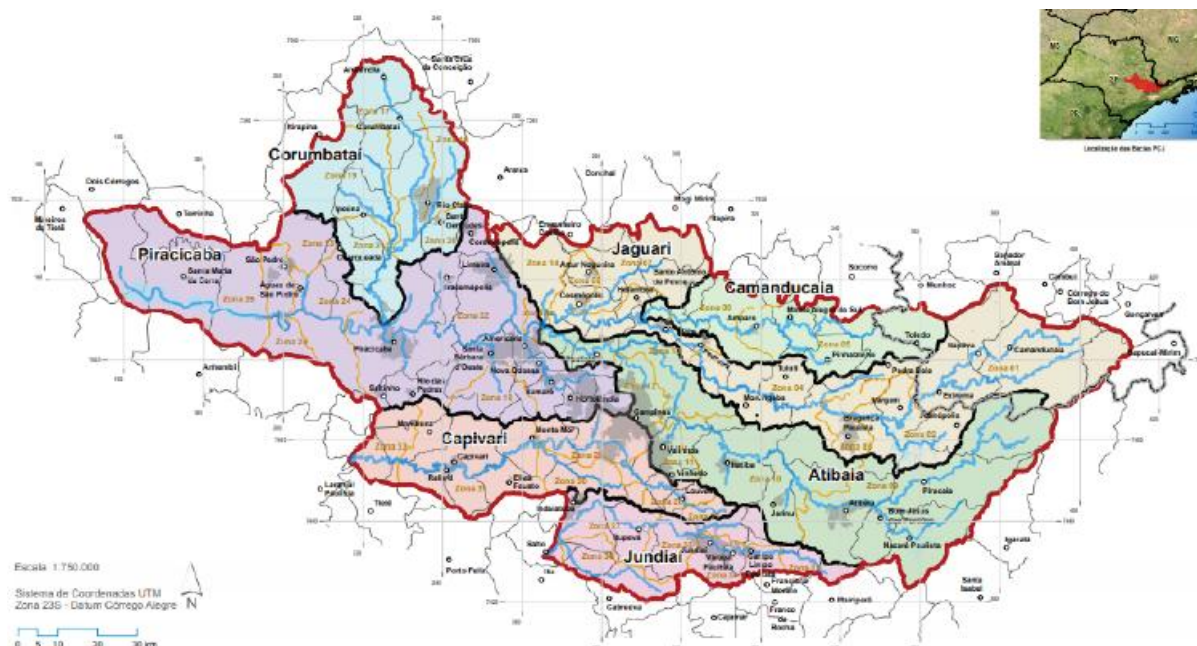
Como exemplo temos São Paulo:

A) São Paulo – Subgrupos nos Comitês de Bacia

Em São Paulo, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) articula subcomitês dentro dos Comitês de Bacia para acompanhar aquíferos superexplorados (como o Bauru-Caiuá e o Guarani), integrando universidades, ONGs e usuários de grande porte. Esses grupos deliberam sobre outorga, recarga artificial, áreas críticas e programas de fiscalização.

A área de abrangência das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) compreende um recorte espacial definido como o limite da bacia, com área de 15.377,81 km², sendo 92,45% no Estado de São Paulo (SP) e 7,55% no Estado de Minas Gerais (MG). Em termos hidrográficos, há sete unidades (Sub-bacias) principais, sendo cinco pertencentes ao Piracicaba (Piracicaba, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia e Atibaia), além do Capivari e Jundiaí (Agência das Bacias PCJ, 2018, p. 9).

Dentro das Bacias PCJ (imagem 31) encontram-se rios de domínio da União e dos estados de São Paulo e Minas Gerais. A construção de uma governança entre os três entes federativos pode ser considerada um caso de sucesso para o gerenciamento dos recursos hídricos de forma descentralizada, participativa e integrada.



Fonte: Agência das Bacias PCJ. (imagem 31)

Antes da promulgação da Lei das Águas, Lei nº 9.433/97, 12 municípios das Bacias PCJ criaram, em 1989, o embrião dessa governança – o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. No início constituído apenas por municípios, atualmente a entidade é composta por 39 prefeituras e 33 empresas públicas e privadas, usuárias de água de diversos segmentos: abastecimento público, industrial, agrícola, hidrelétrico e entretenimento. (ANA, 2020)

O Consórcio PCJ tem como objetivos o planejamento, fomento e o desenvolvimento de ações nas áreas de meio ambiente, saneamento e recursos hídricos, que promovam a proteção, preservação e conservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, com a recuperação da qualidade e quantidade das águas dos rios da região, além de buscar garantir os múltiplos usos da água. No Consórcio consolidou-se um sistema de gestão de recursos hídricos que se expandiu para outros órgãos e entidades da bacia.

No que se refere à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, cada ente federativo estabeleceu valores equivalentes na medida do possível, de acordo com os tipos de uso. São cobrados os usos de captação, consumo e lançamento de efluentes de usuários sujeitos à Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e Dispensa de Outorga. Os mecanismos e valores atuais de cobrança estão estabelecidos em Deliberações dos Comitês PCJ, conforme os quadros abaixo. (ANA, 2020)

Em Manaus, o **Comitê da Sub-Bacia do Tarumã-Açu**, criado em 2009, chegou a desenvolver ações de educação ambiental e articulação institucional, mas enfrenta falta de apoio orçamentário e ausência de continuidade administrativa (DAMASCENO, 2018). Comitê do Tarumã-Açu (AM) – Experiência interessante, mas não é completa pois, não é atuante e poderia englobar águas subterrâneas

Essas experiências evidenciam que a participação popular na gestão das águas subterrâneas é não só viável, como essencial para a fiscalização, distribuição justa e conservação do recurso — especialmente em áreas vulneráveis à contaminação e à superexploração.

3.5.2.1. Programa de Regularização de Poços no Rio Grande do Sul

O Estado do Rio Grande do Sul, por meio do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (2025), instituiu um **Programa de Regularização de Poços** voltado ao apoio e incentivo à formalização de poços artesianos utilizados sem a devida outorga. O objetivo do programa é viabilizar o acesso à regularização por meio da facilitação dos trâmites legais para usuários de baixa renda ou em situação de vulnerabilidade social.

De acordo com resposta oficial fornecida pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2025), o programa tem como público-alvo os cidadãos inscritos no Cadastro Único Federal (CAD ÚNICO), comunidades indígenas, quilombolas e prefeituras de municípios com população inferior a 5.000 habitantes. A iniciativa busca, portanto, combater a informalidade no uso de águas subterrâneas, promovendo ao mesmo tempo justiça ambiental, inclusão social e proteção dos recursos hídricos.

Essa experiência revela-se relevante para outras regiões do país, especialmente para a cidade de Manaus, onde milhares de poços artesianos são construídos e operados sem licença. A adoção de instrumentos similares, adaptados ao contexto amazônico, poderia representar uma importante ferramenta de governança hídrica e de regularização fundiária ambiental, permitindo, por exemplo, a integração entre o cadastro de poços do SIAGAS/CPRM e programas de apoio social geridos pelo município e pelo estado.

Além disso, programas como o do Rio Grande do Sul demonstram que a regularização pode ser conduzida de maneira inclusiva e não punitiva, priorizando a orientação, a educação ambiental e o fornecimento de suporte técnico aos usuários que, muitas vezes, recorrem aos poços por ausência de acesso à rede pública de abastecimento de água.

Assim, sugere-se que a gestão de águas subterrâneas no Amazonas, especialmente em Manaus, estude a viabilidade de um **Programa de Regularização de Poços Artesianos voltado à população de baixa renda**, nos moldes do modelo gaúcho, com o apoio técnico de órgãos como o IPAAM, COSAMA, FUNASA e CPRM

3.5.2.2 A Microrregião de Saneamento Básico do Amazonas (MRSBAM)

A criação da MRSBAM, instituída pela **Lei Complementar nº 272/2025**, representa um marco na busca por uma governança compartilhada e eficiente dos serviços de saneamento básico no Estado do Amazonas. Composta inicialmente por 61 municípios, a MRSBAM tem como objetivo integrar as ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana, por meio de instâncias colegiadas e de participação social.

A microrregião constitui-se como uma resposta institucional às exigências do **Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020)**, o qual determina a necessidade de regionalização da prestação de serviços e o atingimento de metas de universalização até 2033. A proposta visa reduzir desigualdades regionais, fortalecer a cooperação interfederativa e ampliar o acesso a soluções técnicas e operacionais mais sustentáveis.

A MRSBAM estrutura-se a partir de quatro instâncias de gestão, conforme o quadro a seguir:

Tabela 17 – Estrutura da Governança da Microrregião de Saneamento Básico do Amazonas (MRSBAM)

Instância	Composição	Função
Colegiado Microrregional	Representantes do Estado e dos Municípios	Deliberar sobre diretrizes e políticas da MRSB
Comitê Técnico Microrregional	Técnicos e especialistas indicados pelos entes regionais	Apoiar tecnicamente o planejamento e operação dos serviços
Conselho Participativo Microrregional	Representantes da sociedade civil organizada	Acompanhar e controlar socialmente as ações da MRSB
Secretaria Geral Microrregional	Servidores ou contratados administrativos	Executar funções administrativas e de apoio institucional

Feito pelo Autor (Tabela 17)

Embora a cidade de Manaus não tenha sido incluída entre os municípios que compõem inicialmente a MRSBAM, em razão do contrato de concessão vigente com a empresa privada Águas de Manaus, a Lei Complementar nº 272/2025 prevê expressamente a **possibilidade de adesão futura** ao modelo de governança microrregional.

Essa cláusula de abertura revela a intenção do legislador estadual de garantir que a capital possa, futuramente, integrar uma gestão compartilhada e mais eficaz dos serviços de saneamento, respeitando os marcos contratuais existentes. Nesse contexto, a eventual entrada de Manaus na MRSBAM traria ganhos substanciais para a articulação interfederativa e para o combate às desigualdades territoriais de acesso à água e esgotamento sanitário, sobretudo nas zonas periféricas.

Além disso, a ausência da capital no processo decisório limita a aplicação de estratégias integradas para áreas conurbadas da Região Metropolitana de Manaus (RMM), que já compartilham aquíferos e redes de drenagem. A **integração técnica e institucional entre Manaus e os demais municípios da microrregião é essencial para consolidar políticas de gestão integrada dos recursos hídricos subterrâneos**, inclusive para controle e regularização de poços artesianos em áreas de fronteira urbana.

Portanto, recomenda-se que o município de Manaus avalie, em prazo estratégico, os benefícios da adesão à MRSBAM, especialmente à luz das exigências do Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), que prioriza a regionalização e a eficiência na universalização dos serviços.

3.5.2.3 Proposta de Criação do Comitê de Águas Subterrâneas de Manaus

Diante do cenário de ausência de articulação institucional, informalidade na perfuração de poços e crescente contaminação dos aquíferos urbanos, propõe-se a criação do **Comitê de Gestão das Águas Subterrâneas de Manaus (CGASM)**.

A) Base Legal

- 1) **Lei nº 9.433/1997**, art. 33: autoriza comitês de bacia e temáticos;
- 2) **Lei Estadual nº 3.167/2007-AM**, art. 28: prevê comitês setoriais ou locais;
- 3) **Art. 30 da Constituição Federal/1988**, incisos I, II e V: competência municipal para legislar sobre assuntos de interesse local e meio ambiente.

B) Composição Proposta

O comitê terá composição paritária entre:

- 1) **Poder público**: SEMMAS, COSAMA, IPAAM, Vigilância Sanitária;
- 2) **Academia**: UFAM, UEA, IFAM (núcleos técnicos);

- 3) **Sociedade civil:** Associações de moradores, cooperativas de perfuradores;
- 4) **Órgãos de controle:** Defensoria Pública, Ministério Público Estadual e Federal.

C) Competências Sugeridas

- 1) Emitir pareceres técnicos sobre outorgas e licenciamento;
- 2) Deliberar sobre áreas críticas e zonas de restrição;
- 3) Propor o zoneamento hidrogeológico de Manaus;
- 4) Articular campanhas de educação sanitária e hídrica;
- 5) Acompanhar o uso de tecnologias sociais como o SALTA-Z;
- 6) Atuar como instância consultiva obrigatória em revisões do Plano Diretor e do Plano Municipal de Saneamento.
- 7) Periodicidade de reuniões.

A criação do Comitê não apenas daria cumprimento ao princípio da gestão descentralizada e participativa previsto na **Lei nº 9.433/1997**, como também promoveria a articulação entre órgãos setoriais, universidades e comunidades usuárias.

Tabela 18 - Síntese: Governança e Proposta de Comitê de Águas Subterrâneas em Manaus

Elemento	Conteúdo
Diagnóstico principal	Ausência de colegiado técnico-jurídico para águas subterrâneas; gestão fragmentada e ineficaz
Dados-chave	Comitê do Tarumã-Açu inativo por um tempo e reaberto, mas fraco e não atuante em águas subterrâneas; inexistência de fiscalização integrada
Problemas identificados	Falta de coordenação entre órgãos; não aplicação dos instrumentos da PNRH; ausência de participação social
Propostas discutidas	Criação do Comitê de Gestão das Águas Subterrâneas de Manaus (CGASM); composição paritária; papel técnico, educativo e consultivo
Base legal/técnica	Art. 33 da Lei nº 9.433/1997; art. 28 da Lei nº 3.167/2007-AM; art. 30, incisos I, II e V da CF/88

Feito pelo Autor (Tabela 18)

Assim, a análise das experiências em outros estados, a realidade local de fragmentação institucional e o potencial das ferramentas de gestão participativa convergem para um ponto único: a urgência da construção de um novo pacto de governança para as águas subterrâneas de Manaus. A criação do comitê proposto não é um mero ajuste administrativo, mas uma medida

política e social estruturante. Trata-se do instrumento necessário para transformar o diagnóstico apresentado neste capítulo em políticas públicas eficazes, capazes de assegurar que a riqueza estratégica do Aquífero Alter do Chão seja gerida com responsabilidade, critério técnico e justiça social, preparando a cidade para um futuro hídrico mais seguro e ambientalmente sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação evidencia que, em Manaus, o acesso à água subterrânea por meio de poços artesianos configura ao mesmo tempo uma solução e um problema: uma solução para a população que não dispõe de rede de abastecimento público e um problema diante da proliferação desordenada e informal dessas estruturas, em grande parte sem autorização, controle técnico ou monitoramento sanitário. A contradição de Manaus, ser uma cidade abundante em recursos hídricos, mas carente de infraestrutura básica de saneamento, sintetiza o desafio maior da gestão hídrica no Brasil, particularmente nas regiões historicamente negligenciadas.

A pesquisa identificou que os instrumentos jurídicos e institucionais disponíveis, como outorga de direito de uso, licenciamento ambiental e fiscalização, estão previstos na legislação federal e estadual, mas não têm sido plenamente implementados em Manaus. A ausência de zoneamento hidrogeológico, a fragmentação das competências entre órgãos públicos e a fragilidade da governança local agravam o cenário e favorecem a informalidade, aumentando os riscos de superexploração dos aquíferos, contaminação da água subterrânea e prejuízos à saúde pública.

Os dados analisados apontam que grande parte dos poços artesianos na cidade não está cadastrada no Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) órgão responsável pelo licenciamento, mas está cadastrado no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), dificultando o monitoramento da extração e o controle da qualidade da água. Adicionalmente, há lacunas na atuação articulada entre órgãos federais, estaduais e municipais, o que compromete a eficácia da regulação e dificulta o planejamento integrado.

Dessa forma, pode-se afirmar que a atuação governamental na regulamentação e controle da abertura e manutenção de poços artesianos em Manaus contribui para a utilização sustentável das águas subterrâneas ao possibilitar a ordenação do uso desse recurso, a proteção da qualidade da água e a conservação dos aquíferos como patrimônio ambiental essencial. Para alcançar essa contribuição, no entanto, é imprescindível que o poder público supere as lacunas institucionais, adote medidas integradas e promova a participação social, garantindo que o acesso à água subterrânea ocorra de maneira ambientalmente sustentável, socialmente justa e economicamente equilibrada.

Com base em experiências bem-sucedidas de outros estados brasileiros e de países como Uruguai e África do Sul, a dissertação propõe um conjunto de medidas que incluem: a criação de um **Comitê de Águas Subterrâneas específico para Manaus**, com caráter consultivo,

deliberativo e participativo; a realização de zoneamento hidrogeológico da cidade, identificando áreas prioritárias para conservação e controle; a integração das bases de dados locais e nacionais, como o SIAGAS e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS); o fortalecimento da fiscalização ambiental, inclusive com apoio de novas tecnologias e parcerias institucionais; e o fomento à educação ambiental e à participação social como instrumentos centrais para a governança hídrica.

Conclui-se que a regulamentação e o controle público da abertura e manutenção de poços artesianos em Manaus devem ser orientados não apenas pela lógica da autorização e repressão, mas pela promoção da justiça hídrica, reconhecendo que o acesso à água de qualidade é um direito humano e ambiental fundamental, devendo ser assegurado prioritariamente às populações vulneráveis e de forma sustentável.

A proteção das águas subterrâneas em Manaus representa um dever jurídico, ambiental e ético, essencial para a proteção da saúde pública, para a manutenção da biodiversidade amazônica e para o desenvolvimento sustentável da cidade. O fortalecimento da governança local e a superação da fragmentação institucional são passos indispensáveis para que Manaus possa transformar sua abundância hídrica natural em um direito efetivamente universalizado, contribuindo para uma cidade mais justa, sustentável e saudável.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Cobrança pelo uso da água**. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>. Acesso em: 12 maio. 2025
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Comitê de bacia hidrográfica: o que é e o que faz?**. Brasília: SAG, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2024: informe anual. Brasília: ANA, 2024
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Direito de águas à luz da governança** / Pilar Carolina Villar; Maria Luiza Machado Granziera. Brasília: ANA, 2020
- AITH, Fernando Mussa Abujamra; ROTHBARTH, Renata. **O estatuto jurídico das águas no Brasil**. Estudos Avançados, v. 29, n. 84, p. 125–144, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200011>. Acesso em: 13 maio. 2025
- ALEIXO, Bernardo; REZENDE, Sonaly; PENA, João Luiz; ZAPATA, Gisela; HELLER, Léo. Human Right in Perspective: Inequalities in Access to Water in a Rural Community of the Brazilian Northeast. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v.19, n.1, p.63-84, jan./mar. 2016.
- AMAZONAS (Estado). **Lei Complementar nº 272, de 9 de janeiro de 2025**. Institui a Microrregião de Saneamento Básico – MRSB, estabelece sua estrutura de governança e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, AM, 9 jan. 2025. Disponível em: https://www.sema.am.gov.br/wp-content/uploads/2025/04/10.-Lei-Complementar-no-272_2025-Revogou-a-Lei-Complementar-n-o-214.pdf. Acesso em: 22 maio. 2025.
- AMAZONAS. **Decreto nº 28.678, de 8 de outubro de 2009**. Regulamenta o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Amazonas. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, AM, 9 out. 2009. Disponível em: <https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/DcE-28.678-09-Regulamnta-a-Lei-3.167-de-recursos-hh%C3%ADricos.pdf>. Acesso em: 22 abril. 2025.
- AMAZONAS. **Lei Estadual nº 3.167, de 29 de julho de 2007**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Amazonas, Manaus, AM, 30 jul. 2007. Disponível em: https://progestao.ana.gov.br/acoes-estados/am/lei-no-3167-07_am.pdf. Acesso em: 22 abril. 2025.
- AMAZONAS. **Ministério Público do Estado do Amazonas**. Despacho n.º 0205/2025/CAO-PDC. Pedido de informações sobre atuação do MPE/AM em poços artesianos e interdições em escolas. Protocolo n.º 11.2025.00003946-7. Interessado: Nilson Teixeira dos Santos Júnior. Manaus, 2025.
- AMAZONAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas – PERH-AM**. Manaus: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS, 2010. Disponível em: https://pdfhost.io/v/UqxW5kzoW_PLANO_EST_DE_RECURSOS_HDRICOS_DO_AM__170820indd.pdf. Acesso em: 17 abril. 2025.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. - Brasília: ANA, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7229: **projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA – AIBA. **Relatório técnico final: sistema integrado de inteligência territorial para gestão dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Oeste da Bahia**. VIÇOSA: AIBA, 2021. Autores: Everardo Chartuni Mantovani; Marcos Heil Costa; Eduardo Antônio Gomes Marques; Gerson Cardoso da Silva Júnior; Aziz Galvão da Silva Júnior.

ATALIBA, Geraldo. **AÇÃO POPULAR NA CONSTITUIÇÃO BRASILEIRA**. São Paulo: Revista de Direito Público. N. 76, p. 110-121, 1984.

BAKKER, K. **The “Commons” Versus the “Commodity”**: Alter-globalization, Anti-privatization and the Human Right to Water in the Global South. Antipode (Online), v.39, p.430-55, 2007. doi: 10.1111/j.1467-8330.2007.00534.x

BARBOSA, M.; BERTOLO, R.; HIRATA, R. A method for environmental data management applied to megasites in the state of Sao Paulo, Brazil. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 9, n. 3, 2017, pp. 322-338.

BERTOLO, R; HIRATA, R; FERNANDES, A. 2007. **Hidrogeo - química das águas minerais envasadas do Brasil**. Revista Brasileira de Geociências, v. 37, p. 515-529.

BITTENCOURT, Cláudia; PAULA, Maria Aparecida de. **Tratamento de água e efluentes: fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos**. Série Eixos. São Paulo: Editora Érica, 2014.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. **A POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**. Rio de Janeiro: Revista do BNDS, 1997. Disponível em<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11774/1/RB%2008%20A%20pol%C3%ADtica%20de%20recursos%20h%C3%ADricos%20no%20Brasil_P_BD.pdf>. Acesso em 23 out. 2024.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Moção nº 39, de 7 de dezembro de 2006. Recomenda a integração dos sistemas de informação SINIMA, SIAGAS, SIGHIDRO, SNIS, SIPNRH e SNIRH. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 maio 2007. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/deliberacoes-cnrh-1/mocoes/mocao_39.pdf. Acesso em: 27 maio. 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Resolução CNRH nº 107, de 13 de abril de 2010. Dispõe sobre a integração da gestão das águas subterrâneas com as águas superficiais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 abr. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/resolucoes-cnrh/resolucao-cnrh-no-107-de-13-de-abril-de-2010.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes para a gestão das águas subterrâneas no Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jan. 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/resolucoes-cnrh/resolucao-cnrh-no-15-de-11-de-janeiro-de-2001.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga preventiva e a outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 maio 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/resolucoes-cnrh/resolucao-cnrh-no-16-de-8-de-maio-de-2001.pdf>. Acesso em: 12 maio. 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Resolução nº 22, de 18 de outubro de 2002. Dispõe sobre a integração da gestão de águas superficiais e subterrâneas nas bacias hidrográficas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 out. 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/resolucoes-cnrh/resolucao-cnrh-no-22-de-18-de-outubro-de-2002.pdf>. Acesso em: 05 maio. 2025

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 jul. 1986. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=100509>>. Acesso em: 15 maio. 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 abr. 2008. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2008/res_conama_396_2008_classificacao_aguas_subterraneas.pdf. Acesso em: 22 maio. 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <https://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 22 maio. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 19 dez. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Dispõe sobre o Código de Águas. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d24643.htm>. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406.htm>. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 22 abril. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jan. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm. Acesso em: 22 maio. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 15 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nos 9.984/2000, 10.768/2003, 11.107/2005 e 11.445/2007. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 22 abril. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 22 abril. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 15 maio. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 22 maio. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 22 abril. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 10 maio. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm. Acesso em: 22 abril. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação é a Base, Brasília, DF, [S.d.]. 2012. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 13 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde.** Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará. Brasília: Funasa, 2017. 49 p. ISBN 978-85-7346-051-3

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5,** de 28 de setembro de 2017. Consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 out. 2017. Anexo XX – 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/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 22 maio. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.** Diagnóstico temático: resíduos sólidos – visão geral – SNIS 2022. Brasília, DF: MCidades, 2023. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/RESIDUOS_S

OLIDOS/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_RS_SNIS_2023_ATUALIZADO.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2022. Brasília, DF: MCIDADES, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos-snis>. Acesso em: 22 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Portaria nº 490**, de 15 de dezembro de 2021. Estabelece os procedimentos para elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico – PMSB. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 dez. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-490-de-15-de-dezembro-de-2021-367379513>. Acesso em: 06 jun. 2025.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888**, de 4 de maio de 2021. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-315670398>. Acesso em: 22 maio. 2025.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n. 1.631.143/SP**. Relator: Min. Herman Benjamin. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.stj.jus.br/sites/portalp/Paginas/Comunicacao/Noticias/24042017-Aguas-subterraneas-e-sistema-de-abastecimento-publico.aspx> (exemplo). Acesso em: 12 jul. 2025.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal (STF). **Ação Direta de Inconstitucionalidade por Omissão 59/DF**. Relatora: Min. Rosa Weber. Brasília, DF, 3 de novembro de 2022. Diário de Justiça Eletrônico, 3 mar. 2023. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=5930766>. Acesso em: 10 ago. 2025.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **ADPF 708/DF**. Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental. Relator: Min. Luís Roberto Barroso. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.stf.jus.br/portal/processo/verProcessoAndamento.asp?numero=708&classe=ADPF>. Acesso em: 12 jul. 2025.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão nº 2.392/2022** – Plenário. Sessão de 26 de outubro de 2022. Relator: Ministro Vital do Rêgo. Brasília, DF: TCU, 2022. Disponível em: https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*/ACOR202223920. Acesso em: 12 jul. 2025.

CASTRO, Cristina Veloso de; SALOMÃO, Fausy Vieira. **A participação democrática na gestão dos recursos hídricos como garantia da efetividade do direito humano à água potável**. Revista da V Semana do Conhecimento do UNIVEM, Marília, v. 4, n. 2, p. 301-327, 2018. Disponível em: https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2018/2/2018_02_0301_0327.pdf. Acesso em: 15 maio. 2025

CAUBET, C. G. **A água, a lei, a política... e o meio ambiente?** Curitiba, Juruá, 2004.

CEPAS-USP. **O Instituto Trata Brasil e o CEPAS-USP lançam novo estudo sobre as águas subterrâneas**. Disponível em: <https://igc.usp.br/blog/2019/02/22/o-instituto-trata-brasil-e-o-cepasusp-lancam-novo-estudo-sobre-as-aguas-subterraneas/>. Acesso em: 07 nov. 2024

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO AMAZONAS (COSAMA). **Informações técnicas referentes ao “Projeto Água Boa” desenvolvido pela COSAMA**. Ofício nº 001/2025 –

GERSAR/SUPENG/DIOP/COSAMA. Processo nº 01.05.043501.002575/2025-90. Manaus, 14 maio 2025.

COSTA, Tayson Antonio Ceron Rodrigues da. **Segurança hídrica no município de Humaitá-AM com aplicação do Arduino**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2019. Linha de pesquisa: Componentes e Dinâmicas dos Ecossistemas com Ênfase no Bioma Amazônico. Orientadora: Prof^ª. Elizabeth Tavares Pimentel. Coorientador: Prof. Aldecy de Almeida Santos.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2019. **Projeto Águas do Norte de Minas – PANM: Estudo da Disponibilidade Hídrica Subterrânea do Norte de Minas Gerais**. Cândido, M. O.; Beato, D. A. C.; Fiume, B.; Scudino, P. C. B.; Carneiro, F. A.; Nascimento, F. M. F.; Coutinho, M. M.; Almeida, C.S.C. de; Socorro, A. S.; Santana, M.S.; Ribeiro, R. S.; Cordeiro, B.H. O. L. Belo Horizonte: CPRM, 2019.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Perfil dos usuários de água subterrânea no Brasil**. Brasília: CPRM, 2018. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Media/Perfil_usuarios_agua_subterranea.pdf. Acesso em: 15 jan. 2025

DAMASCENO, Solange Batista. **Reestruturação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu, Manaus, AM**. 2018. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Manaus, 2018.

DARDOT, P.; LAVAL, C. **Commun: Essai sur la Révolution au XXI^e Siècle**. Paris: La Découverte, 2014. 593p;

DATASUS. **Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde; SNIS**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Painel Saneamento Brasil: 15 milhões de pessoas na Região Norte vivem sem coleta de esgoto. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2022. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/15-milhoes-norte-vivem-sem-coleta-de-esgoto/>. Acesso em: 23 jan. 2025

FRACALANZA, A. P.; JACOB, A. M.; EÇA, R. F. **Justiça ambiental e práticas de governança da água: (re) introduzindo questões de igualdade na agenda**. Ambiente e Sociedade, São Paulo, v.16, n.1, mar. 2013.

FUNDAÇÃO ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (ENAP). **Metodologias educacionais aplicadas à temática água e sustentabilidade** / Conteudista: Gêrsica Moraes Nogueira da Silva. Brasília, DF: ENAP, Diretoria de Desenvolvimento Profissional, 2023.

FUZIEL, Camila; DIOGENES, Paulo; MOITA, Reny; VIEIRA, Fausto; CÂMPELO, Marcellus; VALLE, Armando do. **Projeto Água Boa: a parceria entre Governo do Estado do Amazonas e UNICEF Brasil para superar desafios de abastecimento de água e adaptação climática em escolas e comunidades ribeirinhas no município de Careiro da Várzea-AM**. Revista Geonorte, v. 15, n. 51, p. 107–121, 2024. DOI: 10.21170/geonorte.2024.V.15.N.51.107.121. ISSN 2237-1419. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revistageonorte/article/view/12345> (inserir link real quando disponível). Acesso em: 23 jun. 2025.

GONÇALES, Sílvia Cristina Benites; MIRANDA, Janaína Simone Neves. **CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO AQUÍFERO ALTER DO CHÃO, ESTUDOS DE CASO DAS ESTAÇÕES DA REDE DE**

MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (RIMAS – CPRM) NO MUNICÍPIO DE MANAUS-AM. Águas Subterrâneas, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28381>. Acesso em: 08 maio. 2025.

HELLER, Leo. **The crisis in water supply**: how different it can look through the lens of the human right to water? Perspectives. Cad. Saúde Pública, v.31, n.3, mar. 2015. doi: 10.1590/0102-311XPE010315

HIRATA, R.; ZOBBI, J; FERNANDES, A; BERTOLO, R. 2006. **Hidrogeología del Brasil**: Una breve crónica de las potencialidades, problemática y perspectivas. Bo - letín Geológico y Minero, Madrid, v. 217, n.1, p. 25- 36.

HIRATA, Ricardo e FOSTER, Stephen e OLIVEIRA, Fernando. **Águas subterrâneas urbanas no Brasil**: avaliação para uma gestão sustentável. São Paulo: IGc/USP. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e7262959-6856-4ece-9c05-b5beb4f30c18/2712005.pdf>. Acesso em: 09 maio. 2025, 2015

HIRATA, Ricardo; SUHOGUSOFF, Alexandra Vieira; MARCELLINI, Silvana Susko; VILLAR, Pilar Carolina; MARCELLINI, Laura. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil**: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. [São Paulo]: Instituto Trata Brasil. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e7d9e125-7b22-4706-915b-a397f8a91784/2928658.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2024. 2019

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Produto Interno Bruto dos Municípios. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9057-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

IDAM. Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. **Municípios do Amazonas**. 2013. Disponível em: <https://www.idam.am.gov.br/municipio/careiro-da-varzea/>. Acesso: 15 maio 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Sete estados desperdiçam água potável e 32 milhões de brasileiros não têm acesso ao serviço**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/sete-estados-desperdicam-agua-potavel>. Acesso em: 22 fev. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL; CENTRO DE PESQUISA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA USP (CEPAS|USP). **Falta de saneamento básico prejudica potencial de uso das águas subterrâneas do país: recurso indispensável à segurança hídrica das cidades** / Coordenação: Ricardo Hirata. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2019. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/RELEASE_-_Estudo_-_A%CC%81guas_Subterra%CC%82neas_-_versa%CC%83o_FINAL.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

IPAAM. Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas. **Parecer Técnico nº 270/2025 – GERH**. Resposta ao Pedido de Acesso à Informação sobre Poços Artesianos e Águas Subterrâneas no Estado do Amazonas, contido no MEMO nº 064/2025 – OUVIDORIA/IPAAM. Manaus: IPAAM, 2025.

MACIEL, Franciclei Burlamaque. **Assentamentos precários**: o caso de Manaus. Brasília, DF: Ipea, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/items/8837a9f3-e190-4f66-bfaa-88fdcdf93765>. Acesso em: 12 maio. 2025.

MARGAT, Jean; VAN DER GUN, Jac. **Groundwater around the world**: a geographic synopsis. Leiden: CRC Press/Balkema, 2013

MORAES, Daniela Marques de; LABONARSKI, Jaime Ruben Sapolinski. **Direitos e garantias fundamentais II** [recurso eletrônico]. Florianópolis: CONPEDI, 2016. 1 recurso online (vários autores). ISBN 978-85-5505-254-5. Disponível em: <<https://conpedi.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 12 jul. 2025.

MOTA, Lúcia do Carmo Siqueira da. **O IMPACTO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NA LUCRATIVIDADE E NO CUSTO DOS PRINCIPAIS SETORES USUÁRIOS – INDUSTRIAL, AGROPECUÁRIO E HIDROELÉTRICO**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. Resolução nº 64/292, de 28 de julho de 2010. **O direito à água potável e ao saneamento**. Disponível em: <<https://undocs.org/A/RES/64/292>>. Acesso em: 11 maio. 2025.

NASCIMENTO, Leonardo Leite; QUADROS, J. R. **Do tempo do direito ao tempo dos rios voadores: As águas da Amazônia à margem da lei**. Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo, v. 4, n. 2, p. 124-145, 2018.

NGWA – National Ground Water Association. **Groundwater use for all purposes**. Westerville: NGWA, 2016. Disponível em: <https://www.ngwa.org>. Acesso em: 20 maio. 2025.

ONU – UNITED NATIONS. **General Assembly Adopts Resolution Recognizing Access to Clean Water, Sanitation as Human Right, by Recorded Vote of 122 in Favour, None against, 41 Abstentions**. Disponível em: <<http://www.un.org/press/en/2010/ga10967.doc.htm>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

PAZ, Mariana Gutierrez Arteiro da; FRACALANZA, Ana Paula; ALVES, Estela Macedo; SILVA, Flávio José Rocha da. **Os conflitos das políticas da água e do esgotamento sanitário: que universalização buscamos?** Estudos Avançados, São Paulo, v. 35, n. 102, p. 285–303, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.012>.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Consumo de água no mundo**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm>. 2020. Acesso em: 19 jun. 2025.

PETRELLA, Riccardo. **O manifesto da água: argumentos para um contrato mundial**. Petrópolis: Vozes, 2002.

POMPEU, Cid Tomanik. **DIREITO DE ÁGUAS NO BRASIL**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2006.

PULIDO, Carlos Bernal. **O direito fundamental à água e sua intrincada satisfação no Direito colombiano**. Revista de investigações constitucionais, v. 2, p. 65-87, 2019.

QUINTSLR, Suyá; FERREIRA, Laiana Carla. **A agenda do volume mínimo de água para sobrevivência no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2023. Disponível em: https://ondasbrasil.org/wp-content/uploads/2024/04/ST4_QUINTSLR-FERREIRA_A-agenda-do-volume-minimo-de-agua-para-sobrevivencia-no-Brasil-e-no-mundo-maio.2023.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Águas doces no Brasil. ÁGUA DOCE NO MUNDO E NO BRASIL: CAPITAL ECOLÓGICO, USO E CONSERVAÇÃO**. São Paulo: Escrituras, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Programa Poço Legal: Programa de Recolonização de Poços**. Protocolo nº 47127. Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, 2025.

ROCHA, Alzileine Teixeira da. **Gestão da água em Manaus:** criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio do Puraquequara. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014. Área de concentração: Território, Espaço e Cultura na Amazônia. Orientadora: Prof. Dra. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque

SANTOS, Mariano Vieira dos; DUARTE, Miqueias Lima; SILVA, Tatiana Acácio da; VALENTE, Keith Soares; OLIVEIRA, Hilma Magalhães de. **Qualidade da água de abastecimento público em escolas da rede públicas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 7, n. 1, 2019.

SARLET, Ingo. **As dimensões da dignidade da pessoa humana:** construindo uma compreensão jurídico-constitucional necessária e possível. Revista Brasileira de Direito Constitucional – RBDC, n. 09, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16014685.pdf>. Acesso em: 08 maio 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB/CPRM. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS.** Brasília: CPRM, 2025. Disponível em: <https://siagasweb.sgb.gov.br/>. Acesso em: 22 jan. 2025

SIAGAS. **Resposta ao Ofício nº 48007.000122/2025-2019**, enviada por e-mail institucional ao pesquisador Nilson Teixeira dos Santos Júnior. Brasília: Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM, 2025. (Informação obtida por comunicação institucional eletrônica).

SILVA FILHO, Erivaldo Cavalcanti e; COSTA, Ana Paula. **Planejamento e Uso Racional da Água: Estudo de Caso do Projeto da Cidade Universitária da Universidade do Estado do Amazonas.** Nova Hileia | Revista Eletrônica de Direito Ambiental da Amazônia. ISSN: 2525 – 4537, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 16-36, maio 2017. ISSN 2525-4537. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/novahileia/article/view/420>. Acesso em: 14 nov. 2024

SILVA FILHO, Erivaldo Cavalcanti. **ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS: DE DIREITOS FUNDAMENTAIS À COMMODITIES.** Preparatório da Engenharia e da Agronomia para o 8º Fórum Mundial da Água. 2018. Disponível em <<http://www.confex.org.br/media/Palestra%20Prof.%20Dr.%20Erivaldo%20Cavalcanti.pdf>>. Acesso em 17 Nov. 2024.

SILVA, José Afonso da. **Curso de direito constitucional positivo.** 10 ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

SILVA, Viviane Simas da. **COBRANÇA PELO CONSUMO DE ÁGUA PROVENIENTE DOS POÇOS ARTESIANOS NA CIDADE DE MANAUS COMO MEIO DE PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA GARANTIA DE UM MEIO AMBIENTE SUSTENTÁVEL.** Manaus: [s.n], 2020. 76 f.: color.; 29 cm. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2020.

SILVA, Viviane Simas da. **Cobrança pelo consumo de água proveniente dos poços artesianos na cidade de Manaus como meio de preservação dos recursos hídricos para garantia de um meio ambiente sustentável.** 2020. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2020.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto.** 2020. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>>. Acesso em: 16 nov. 2024

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, DF: 2021.

SOUZA, Viviane Thomé de. **Água e saneamento básico como direitos fundamentais: a universalização do direito à água e o esgotamento sanitário na cidade de Manaus**. 2024. Dissertação (Mestrado em Constitucionalismo e Direito da Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024. Orientador: Prof. Dr. Erivaldo Cavalcante e Silva Filho.

TRATA BRASIL, **Falta de saneamento básico prejudica potencial de uso das águas subterrâneas do país: recurso indispensável à segurança hídrica das cidades**. [SãoPaulo]: Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/RELEASE_-_Estudo_-_A%CC%81guas_Subterra%CC%82neas_-_versa%CC%83o_FINAL.pdf](https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/RELEASE_-_Estudo_-_A%CC%81guas_Subterra%CC%82neas_-_versa%CC%83o_FINAL.pdf). Acesso 21 jul. 2024. , 2019

TRATA BRASIL. **Trata Brasil na Comunidade: Avaliação dos Benefícios do Saneamento Básico em Comunidades Socialmente Vulneráveis**. 2021. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/beneficios-da-agua-potavel-em-comunidades-vulneraveis-em-manaus-amm>>. Acesso em: 15 jan. 2025

UNEP. **Qualidade da água para o ecossistema e o bem-estar humano**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) / Global Environment Monitoring System (GEMS). Nairobi: UNEP, 2008. Disponível em: <https://wedocs.unep.org>. Acesso em: 15 maio. 2025.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância. **Análise dos gargalos do setor de água, saneamento e higiene considerando os riscos climáticos na Amazônia Brasileira**. 2023. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/relatorios/wash-bat-amazonia>. Acesso: 15 maio 2025.

URUGUAI. **Constituição da República Oriental do Uruguai, 1967. Reformada por referendos constitucionais posteriores, incluindo a reforma de 31 de outubro de 2004**. Disponível em: <<https://www.impo.com.uy/bases/constitucion/1967-1967>>. Acesso em: 15 maio. 2025.

Varnier, C; Hirata, R; Aravena, R. 2018. **Examining nitrogen dynamics in the unsaturated zone under an inactive cesspit using chemical tracers and environmental isotopes**. Applied Geochemistry, v. 78, p. 129-138.

VILLAR, Pilar Carolina; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de águas à luz da governança**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2019.