



**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**GERALDO ALBUQUERQUE GRIMALDI FILHO**

**MANUAL AMBIENTAL DE  
EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**RECIFE – PE  
2025**

**GERALDO ALBUQUERQUE GRIMALDI FILHO**

**MANUAL AMBIENTAL DE  
EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Manual Ambiental apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como parte complementar ao Projeto Final de Graduação do discente Geraldo Albuquerque Grimaldi Filho

Orientador: Prof. Dr. Francisco das Chagas da Costa Filho

Coorientadora: Me. Janielly Mantovani Cravo.

**RECIFE – PE  
2025**

## LISTA DE QUADROS

Quadros 1 - Instrumentos Legais sobre Captação, Comercialização e Gerenciamento das Águas Subterrâneas no Brasil .....	11
Quadros 2 - Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) .....	13
Quadros 3 - Infrações e Sanções Penais Relacionadas às Águas Subterrâneas .....	15
Quadros 4 - Resoluções CONAMA sobre Águas Subterrâneas no Brasil.....	16
Quadros 5 – Resumo da Resolução CONAMA nº 396/2008.....	17
Quadros 6 – Legislação Brasileira sobre Águas Minerais .....	19
Quadros 7 – Formulário de conformidade para exploração de águas subterrâneas .....	25

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. INTRODUÇÃO.....	5
3. CAPÍTULO 1 - RECURSOS HÍDRICOS E SEUS USOS.....	8
4. CAPÍTULO 2 - INSTRUMENTOS LEGAIS PARA EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	11
5. CAPÍTULO 3 – SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7. REFERÊNCIAS .....	31

## APRESENTAÇÃO

A exploração de águas subterrâneas para o abastecimento humano não é uma prática recente. Historicamente os corpos hídricos superficiais tendem a ser utilizados para suprir os diversos usos da água, mas a diminuição da qualidade desse recurso devido às atividades antrópicas, alta demanda, além dos impactos decorrentes das mudanças climáticas, têm dado relevância aos recursos hídricos subterrâneos.

O difícil acesso dos mananciais subterrâneos, além dos processos físicos e biológicos que ocorrem no solo, contribuem para a qualidade dessas águas, que, comumente, se apresentam superiores aos recursos hídricos superficiais, se tornando uma ótima alternativa para suprir a demanda de água em locais com escassez hídrica, águas superficiais com déficit qualidade e não atendidas por redes públicas.

No entanto, um dos grandes desafios atuais para o gerenciamento desse recurso é o uso sustentável, que mantenha a qualidade do bem e reservas que supram a necessidade das futuras gerações, além do controle dos agentes envolvidos na exploração e comercialização desse recurso.

Diante do exposto, o presente manual busca apresentar de forma sucinta, conceitos gerais, arcabouço legal inerentes a captação e distribuição, além de informações técnicas sobre sistemas de gestão ambiental – SGA, visando auxiliar o uso sustentável e legal desse recurso.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a existência, sendo considerada um bem coletivo de uso geral. Sua relevância vai além do consumo humano, abrangendo atividades econômicas, agricultura, setores industriais e a conservação dos ecossistemas. As águas subterrâneas têm um papel importante na oferta de água potável, especialmente em áreas onde os recursos hídricos na superfície são limitados ou afetados por questões como poluição e alterações climáticas. Estas águas são comumente uma das principais fontes de abastecimento em zonas semiáridas e em locais com infraestrutura hídrica precária, como no Brasil, onde mais de 30% da água potável utilizada vem de fontes subterrâneas (SANTOS et al., 2018). Além disso, as águas subterrâneas são vitais para a agricultura, sendo amplamente empregadas na irrigação em várias partes do país, contribuindo de maneira direta para a produção de alimentos e para a segurança alimentar (FERNANDES et al., 2015).

O uso excessivo das águas subterrâneas pode também causar a diminuição do nível do lençol freático, prejudicando a capacidade de recarga dos aquíferos e comprometendo a qualidade da água disponível, o que pode impactar diretamente a saúde da população (MORAES et al., 2007). A poluição por metais pesados e nitratos, consequência de atividades agrícolas e industriais, é um exemplo evidente dos perigos associados à exploração irracional dos recursos hídricos subterrâneos (FERNANDES et al., 2015).

A contaminação das águas subterrâneas, especialmente em áreas urbanas com sistemas de esgoto precários ou ausentes é uma preocupação crescente. Os vazamentos nas redes de abastecimento de água e esgoto representam uma contribuição significativa para a recarga dos aquíferos, variando de 20% a 25% do volume total distribuído (SILVA, 2016). A falta de infraestrutura de saneamento básico agrava ainda mais a situação da qualidade das águas, pois os efluentes contaminam os recursos hídricos subterrâneos com compostos orgânicos, nitratos e microrganismos patogênicos, comprometendo ainda mais as reservas (MALDANER, 2010).

Desta forma, a exploração inadequada de águas subterrâneas pode trazer sérias repercussões tanto ambientais quanto de saúde pública, além de trazer problemas legais. Barreiro e Barbosa (2021) mencionam que a exploração excessiva de aquíferos em regiões com fraturas na estrutura pode intensificar a poluição das águas subterrâneas,

possibilitando a entrada de poluentes e micro-organismos nocivos, o que coloca em risco a saúde das comunidades que dependem dessas fontes. Ademais, a retirada não autorizada de água subterrânea, como a perfuração de poços sem o devido licenciamento, pode resultar na instabilidade do solo e afetar o fluxo hídrico nas bacias, levando à salinização dos aquíferos, conforme observado por Silva (2016).

A necessidade de assegurar um balanço entre a utilização dos recursos hídricos e sua proteção é essencial para a saúde do meio ambiente e do bem-estar da população. Chiodi e Marques (2018) indicam que as políticas públicas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) têm se mostrado uma abordagem eficiente para a preservação dos recursos hídricos, incentivando comportamentos sustentáveis nas propriedades agrícolas. Esses programas visam fomentar a conservação da água, mas necessitam de um compromisso político e habilidade técnica dos administradores para que os resultados ambientais sejam sustentáveis.

Porém, ainda enfrentamos obstáculos, como a carência de maior participação das comunidades rurais, agricultores, entre outros, que poderiam buscar se beneficiar, por meio de incentivos e etc, ao adotar práticas de conservação. Silva et al. (2019) enfatiza que a união das políticas de gestão da água com o planejamento urbano, através de ferramentas como o Plano Diretor, pode impedir o uso excessivo da água e minimizar a ameaça de escassez, promovendo a estabilidade ecológica e a administração sustentável dos recursos. Portanto, a colaboração entre diversas partes do governo, instituições e a sociedade civil é vital para assegurar a conservação dos recursos hídricos a longo prazo e evitar sua exploração de maneira inadequada.

A Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, estabelecida pela Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997)) reconhece a água como um bem público e estabelece orientações para sua gestão sustentável. Esta política tem como objetivo garantir a gestão integrada e sustentável destes recursos no Brasil, além de assegurar que as águas superficiais e subterrâneas sejam utilizadas de maneira consciente, protegendo os aquíferos e prevenindo danos ambientais irreparáveis. A água é um recurso natural restrito, com valor econômico e seu uso deve ser planejado para satisfazer as necessidades das atuais e futuras gerações (SEMIL, 2024).

Diante do exposto, este manual tem como finalidade divulgar informações técnicas e legais fundamentais para a utilização responsável e atenta das águas subterrâneas, visando capacitar profissionais e produtores a realizarem a captação de

forma eficiente, reduzindo impactos adversos ao meio ambiente e incentivando ações sustentáveis. Ao longo do manual será destacada a relevância de fomentar o uso sustentável dos recursos hídricos que estão abaixo da superfície, orientando sobre a necessidade de um manejo equilibrado, que assegure a disponibilidade de água para as gerações atuais e futuras. Também serão discutidas abordagens que possibilitem a utilização eficaz da água, evitando desperdícios e mantendo a qualidade da água captada. O público-alvo deste manual inclui profissionais técnicos e especializados envolvidos diretamente na perfuração de poços e na obtenção de águas subterrâneas. Estes especialistas são encarregados de implementar sistemas de coleta, além de realizar investigações e diagnósticos sobre aquíferos, assegurando que a captação da água ocorra de maneira técnica e dentro da legalidade. Ademais, o manual é voltado também para empresários e produtores agrícolas e industriais, que necessitam retirar água subterrânea para fins de irrigação, processos industriais ou consumo humano. Para esses profissionais, é crucial entender as mais adequadas práticas para a extração consciente da água, sempre em conformidade com as leis e regulamentos que estão vigentes.

## CAPÍTULO 1

### RECURSOS HÍDRICOS E SEUS USOS

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos deve ser integrada, descentralizada e participativa, levando em consideração os fundamentos, diretrizes e objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Este modelo simboliza uma mudança da abordagem convencional, focada em hierarquias governamentais, para um novo padrão de governança, onde a política de gestão da água é desenvolvida através de colaborações entre múltiplos atores, incluindo o governo, os usuários dos recursos hídricos e a sociedade civil em diversas camadas e fóruns coletivos, como conselhos e comitês de bacia (MERTENS et al., 2014).

O artigo 225 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, sendo esse princípio fundamental para a formulação de políticas públicas voltadas à proteção dos recursos naturais, como a água.

Complementando essa perspectiva, é destacado que a efetivação desse direito constitucional depende de uma gestão democrática e participativa dos recursos hídricos, na qual a educação ambiental desempenha papel central para mobilizar a sociedade e fortalecer o controle social sobre a água, ressaltando que a universalização do direito à água e ao saneamento só será possível com a participação ativa da população, por meio de processos educativos que promovam a consciência crítica, a organização comunitária e a articulação entre diferentes saberes e atores sociais (PICOLLI et al., 2015).

Os recursos hídricos podem ser divididos em superficiais e subterrâneos. Os superficiais incluem rios, lagos, represas e córregos, que são particularmente suscetíveis à ação humana, como poluição e consequências decorrentes do desmatamento (SANTOS, 2002). Em contrapartida, os subterrâneos, que são armazenados em aquíferos e lençóis freáticos, são reservatórios significativos que podem ser usados para o abastecimento de água (VASCONCELOS et al., 2013) e geralmente apresentam menor risco a poluição devido as barreiras naturais (solo, rochas e vegetação) e grandes profundidades.

A gestão sustentável dos recursos hídricos é essencial para garantir a disponibilidade de água para todas as formas de usos, como por exemplo, abastecimento

humano e dessedentação animal, irrigação e usos industriais. Este processo envolve o uso responsável da água, a proteção das fontes naturais e a mitigação de conflitos sobre o uso (MARTINS, 2018).

Contudo, é essencial ressaltar que a alocação dos recursos hídricos no Brasil é bastante desigual. A maior parte da água disponível está localizada na região Norte, que abriga cerca de 68% das fontes de água do país, enquanto as regiões Sudeste e Nordeste, que têm maior população, apresentam uma quantidade muito menor de água. Essa situação gera um cenário de abundância em zonas com pouca população e de carência em áreas com alta densidade populacional, principalmente no Semiárido nordestino e em grandes cidades, onde a demanda é alta e o fornecimento é restrito. Além disso, a análise do balanço hídrico nacional indica que a irrigação é a principal utilização da água no Brasil, seguida pelo abastecimento urbano e industrial, o que acentua a necessidade de políticas públicas que considerem as particularidades regionais para assegurar um uso sustentável e justo dos recursos hídricos (SANTOS; COSTA, 2018).

As atividades do agronegócio representam 18,85% do total do uso de água no país e 90% do seu consumo, destacando que uma parte significativa da água empregada nesse setor é absorvida pelos produtos e não retorna ao meio ambiente. A pecuária, especificamente, consome 70,45% da água, enquanto a agroindústria utiliza 54,58%, o que enfatiza a necessidade de adotar práticas eficientes e sustentáveis para assegurar a disponibilidade de água diante da crescente demanda e a pressão por exportações (MONTROYA; FINAMORE, 2019).

Embora a administração sustentável dos recursos hídricos seja crucial para garantir a utilização da água em diversas atividades, é igualmente vital assegurar que a água fornecida à comunidade siga padrões de qualidade que defendam a saúde pública. As condições de vida das pessoas estão mais ligadas à abrangência dos serviços de fornecimento de água e saneamento do que à quantidade de reservas hídricas disponíveis, evidenciando a urgência de políticas públicas que unam a quantidade e a qualidade da água, especialmente diante dos riscos à saúde associados à poluição das águas naturais e à falta de saneamento básico (LIBÂNIO, CHERNICHARO E NASCIMENTO, 2005).

O fornecimento público de água deve cumprir critérios rigorosos de qualidade para assegurar a saúde da população. A Portaria de Consolidação nº 5, datada de 28 de setembro de 2017, estabelece os padrões de potabilidade da água no Brasil, especificando limites para diversos elementos, como cor, turbidez, pH e a presença de microrganismos

patogênicos (BRASIL, 2017). Além disso, é crucial monitorar a qualidade da água para diagnosticar a situação do abastecimento, avaliar e gerenciar riscos à saúde, e assegurar que a água consumida seja segura (BRASIL, 2017).

Entretanto, o desafio do fornecimento de água potável em território brasileiro vai além da mera observância das normas legais, uma vez que a qualidade da água pode ser afetada por aspectos como falhas no funcionamento, ineficiências no tratamento, poluição nas tubulações de distribuição e falta de manutenção adequada (HESPANHOL, 2019). Isso enfatiza a necessidade de um controle sistemático e abrangente em cada fase do processo de abastecimento. Implementar tecnologias que possibilitem o monitoramento em tempo real, capacitar os profissionais envolvidos e promover a participação ativa da comunidade no controle social são medidas essenciais para assegurar a segurança no abastecimento e a confiança da população na água que consome (HESPANHOL, 2019).

## CAPÍTULO 2

### INSTRUMENTOS LEGAIS PARA EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea comumente se apresenta como uma fonte segura de abastecimento, com menor vulnerabilidade à contaminação e excelente qualidade natural, entretanto quando contaminada é extremamente complicado o tratamento, contribuindo de forma efetiva em períodos de seca ou quando os recursos hídricos superficiais se tornam insuficientes para o consumo humano (CONICELLI; HIRATA, 2024). É essencial conhecer quais são os instrumentos legais vigentes que envolvem a exploração desse recurso para viabilizar o uso, gerenciamento sustentável e a manutenção desse bem para as próximas gerações. Existem instrumentos inerentes às águas, superficiais e subterrâneas, nos âmbitos Federal, Estadual e Municipal, além de resoluções e normas técnicas (Quadros 1, 2, 3, 4 e 5).

**Quadros 1 - Instrumentos Legais sobre Captação, Comercialização e Gerenciamento das Águas Subterrâneas no Brasil**

<b>Legislação</b>	<b>Resumo</b>	<b>Abrangência e Objetivo</b>	<b>Fonte</b>
<b>Constituição Federal de 1988</b>	Estabelece que as águas subterrâneas são bens da União (quando em terrenos de domínio da União) ou dos Estados	Nacional. Marco constitucional	Brasil (1988)
<b>Lei nº 8.176/91</b>	Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis	Nacional. Proteção contra crimes ambientais	Brasil (1991)
<b>Lei nº 9.433/1997 (PNRH)</b>	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o SINGREH. Define a água subterrânea como bem público	Nacional. Exige outorga para uso significativo dos recursos hídricos	Brasil (1997)
<b>Lei nº 9.984/2000</b>	Cria a ANA e define suas competências na regulação dos recursos hídricos da União	Aplica-se aos corpos hídricos de domínio federal, inclusive aquíferos interestaduais	Brasil (2000)
<b>Lei nº 10.406/2002 (Código Civil)</b>	Estabelece normas sobre propriedade e uso de recursos naturais	Nacional. Disciplina direitos reais e obrigações	Brasil (2002)

<b>Resolução CNRH nº 16/2001</b>	Define critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos: profundidade, vazão, uso, localização, entre outros	Aplicável aos órgãos gestores federais e estaduais de recursos hídricos	Brasil (2001)
----------------------------------	---	---	---------------

<b>Legislação</b>	<b>Resumo</b>	<b>Abrangência e Objetivo</b>	<b>Fonte</b>
<b>Resolução CNRH nº 22/2002</b>	Estabelece diretrizes para a gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas. Determina a necessidade de planos e ações conjuntas	Aplicável na gestão integrada por comitês de bacia hidrográfica	Brasil (2002)
<b>Norma ABNT NBR 12244:2021</b>	Regulamenta os procedimentos técnicos para construção de poços tubulares profundos para captação de água subterrânea	Obrigatória para empresas perfuradoras e projetos licenciados	ABNT (2021)
<b>Resoluções Estaduais</b>	Estabelecem normas locais sobre licenciamento ambiental, proteção de aquíferos e controle da captação e uso da água subterrânea	Variam por estado e complementam a legislação federal	

Fonte: Autor (2025).

A lei máxima brasileira, a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) em seu art. 20, inc. III, assim como as Leis nº 9.433/1997, art. 1, inc. I (BRASIL, 1997) e a nº 10.406/2002 art. 9, inc. I (BRASIL, 2002), consideram a água como um bem de domínio público e comum, sendo direito e dever de todos, respectivamente, um ambiente ecologicamente equilibrado e a defesa do mesmo (BRASIL, 1988).

A Constituição de 1988 contém trechos dedicados à administração e à proteção dos recursos hídricos, destacando a importância da água como um recurso fundamental para a vida e para o equilíbrio do meio ambiente (BRASIL, 1988). O art. 21, inc. XIX, e o art. 22, inc. XXIV, respectivamente, dizem que: é responsabilidade da União estabelecer a Política Nacional de Recursos Hídricos, que deve ser implementada de maneira integrada com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, para todos os tipos de recursos hídricos, visando garantir um uso sustentável e a sua conservação; e, atribui à União a função de criar leis sobre a água, o que inclui a supervisão da exploração e a regulamentação de seu uso (BRASIL, 1988).

A partir da promulgação da Lei nº 9.433/1997, que instituiu a PNRH no Brasil, foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que regula o uso da água no país. A base da PNRH é a gestão sustentável e integrada dos

recursos hídricos, reconhecendo-a como um recurso natural escasso e que possui valor econômico. A administração dos recursos hídricos deve ser feita de forma descentralizada, envolvendo o setor público, os usuários de água e as comunidades locais. Esse método é crucial para uma gestão participativa, onde as empresas que captam água

precisam interagir com as autoridades locais e regionais para garantir que suas operações cumpram as diretrizes e respeitem os limites do uso sustentável (BRASIL, 1997).

O art. 5 da PNRS (BRASIL, 1997) estabelece instrumentos (Quadro 2) para a aplicação da PNRH, que incluem, por exemplos, (i) os planos de recursos hídricos, (ii) a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e a (iii) tarifa pelo uso da água.

**Quadros 2 - Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)**

<b>Instrumentos</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Órgão Responsável</b>
<b>Planos de Recursos Hídricos</b>	Planejamento estratégico do uso da água	ANA, Comitês de Bacia
<b>Enquadramento dos Corpos de Água</b>	Definir qualidade desejada da água por uso	CONAMA, Órgãos Estaduais de Meio Ambiente
<b>Outorga dos Direitos de Uso</b>	Autorizar e controlar o uso da água	ANA, Órgãos Gestores Estaduais
<b>Cobrança pelo Uso da Água</b>	Estimular uso racional e financiar gestão	Comitês de Bacia, ANA
<b>Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)</b>	Reunir e divulgar dados técnicos e estatísticos	ANA
<b>Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)</b>	Estrutura institucional participativa de gestão	ANA, CNRH, Comitês e Agências de Bacia

Fonte: Adaptado de Brasil (1997).

O conteúdo mínimo de um plano de recursos hídricos inclui o diagnóstico da situação atual, análise de alternativas de crescimento, balanço entre disponibilidade e demanda, definição de metas, medidas e programas, prioridades para outorga, diretrizes para cobrança pelo uso da água e propostas para áreas sujeitas a restrição de uso, sendo sua elaboração participativa e articulada com outras políticas setoriais, o que o consolida como um instrumento dinâmico e estratégico para a gestão sustentável das águas (BOHN; CERNESSON; PINHEIRO, 2007).

A gestão das águas subterrâneas é um dos aspectos centrais da PNRH, sendo a captação dessas águas condicionada à obtenção de outorga. A exploração dos aquíferos deve ser realizada de forma a preservar a recarga natural deles, evitando impactos ambientais como o rebaixamento do lençol freático e a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. Para garantir o uso sustentável dos aquíferos, a legislação exige a

realização de estudos hidrogeológicos que comprovem a viabilidade do uso sem comprometer o equilíbrio ecológico (BRASIL, 1997).

A outorga do direito de uso dos recursos hídricos é vista como um dos principais mecanismos de gestão para facilitar um uso racional e sustentável da água, garantindo o controle da quantidade e evitando disputas entre os usuários. Isso é demonstrado por pesquisas na bacia do Rio Paranaíba, onde a concessão, quando acompanhada de cobrança, valoriza o recurso hídrico, estimula a racionalização do consumo e reforça a participação tanto dos usuários quanto das autoridades públicas na gestão (RODRIGUES; LEAL, 2019).

Além disso, BOF et al. (2015) aponta que ao adotar critérios de concessão que levam em conta a sazonalidade das vazões, como observado na bacia do rio Paraopeba, é possível aumentar a flexibilidade e a eficiência na gestão, evitando tanto a subutilização dos recursos, quanto riscos à disponibilidade hídrica em períodos de crise, o que demonstra a relevância de critérios técnicos e da participação social para assegurar a sustentabilidade e a justiça no acesso à água.

A Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997) também previu a necessidade de um órgão regulador para executar a PNRH, sendo criada por meio da Lei nº 9.984/2000 (BRASIL, 2000) a Agência Nacional de Águas (ANA), autarquia federal que desempenha um papel crucial na implementação da PNRH. A ANA é responsável por regulamentar o uso dos recursos hídricos, promover o monitoramento contínuo e orientar os estados e municípios sobre ações de gestão, implementar a PNRH e a coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGRH, em particular, a execução e operacionalização dos instrumentos técnicos e institucionais de gestão de recursos hídricos (BRAGA et al., 2008).

A Lei nº 9.605/1998 (BRASIL, 1998), Lei de Crimes Ambientais, tem como objetivo coibir comportamentos e ações que causem danos ao meio ambiente, protegendo os recursos naturais e incentivando a responsabilidade socioambiental. A legislação não só trata de infrações ambientais diretamente ligadas à poluição e ao desgaste dos recursos naturais, mas também aborda questões relacionadas ao uso irregular de águas e à destruição de habitats vitais para a conservação da fauna e da flora. O quadro 3 apresenta os principais crimes ambientais relacionados às águas subterrâneas, com respectivas descrições, sanções previstas e localização no instrumento legal.

**Quadros 3 - Infrações e Sanções Penais Relacionadas às Águas Subterrâneas**

<b>Conduta Ilícita</b>	<b>Descrição da Infração</b>	<b>Sanção Prevista</b>	<b>Art. da Lei 9.605/1998</b>
<b>Lançamento de poluentes em aquíferos</b>	Causar poluição que torne as águas subterrâneas impróprias ao consumo humano, ou que cause danos à saúde humana/flora/fauna	Reclusão de 1 a 5 anos e multa	Art. 54, caput
<b>Extração irregular de água subterrânea</b>	Retirar água subterrânea sem outorga ou em desacordo com normas ambientais	Pena administrativa + possível crime por usurpação ou infração ambiental	Art. 60
<b>Perfuração de poços sem licença</b>	Construir poço tubular sem autorização do órgão competente	Detenção de 1 a 6 meses ou multa, ou ambas	Art. 60
<b>Degradação de aquífero ou lençol freático</b>	Realizar ação que provoque degradação permanente de recursos hídricos subterrâneos	Reclusão de 1 a 5 anos e multa	Art. 54, § 2º, V
<b>Descumprimento de normas técnicas de proteção de aquíferos</b>	Deixar de seguir exigências técnicas para perfuração, monitoramento e vedação de poços	Detenção de 1 a 6 meses ou multa, ou ambas	Art. 60
<b>Contaminação por resíduos perigosos</b>	Armazenar, lançar ou enterrar substâncias tóxicas que contaminam águas subterrâneas	Reclusão de 1 a 4 anos e multa	Art. 56

Notas: 1 - Sanções civis e administrativas também podem ser aplicadas: multa, embargo de poços, reparação ambiental; 2 - Órgãos fiscalizadores: IBAMA, ANA e Órgãos Estaduais (ex: CETESB, IDEMA)

Fonte: Adaptado de Brasil (1998).

Para as organizações que fazem a captação de água subterrânea, seguir esta legislação é vital para evitar multas e assegurar que suas operações sejam realizadas de maneira sustentável e dentro da lei. A companhia deve assegurar que suas atividades estejam em conformidade com as normas ambientais, evitando e/ou mitigando impactos ambientais, como poluição de aquíferos e degradação de áreas protegidas (LYRA, 2019). Nesse contexto, destacam-se as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que são fundamentais para a gestão responsável da água e servem como base para o cumprimento das exigências legais. O Quadro 4 apresenta as principais resoluções do CONAMA que tratam da exploração, qualidade, proteção e gerenciamento das águas subterrâneas no Brasil.

**Quadros 4 - Resoluções CONAMA sobre Águas Subterrâneas no Brasil**

<b>Resolução CONAMA</b>	<b>Assunto Principal</b>	<b>Relação com Águas Subterrâneas</b>	<b>Fonte</b>
<b>Resolução nº 237/1997</b>	<b>Licenciamento ambiental</b>	Inclui captação de águas subterrâneas como atividade que pode exigir licenciamento ambiental	CONAMA (1997)
<b>Resolução nº 9/1990</b>	<b>Áreas de preservação permanente (APPs)</b>	Estabelece proteção de nascentes, olhos d'água e aquíferos, áreas essenciais à recarga de águas subterrâneas	CONAMA (1990)
<b>Resolução nº 302/2002</b>	<b>APPs no entorno de nascentes e corpos d'água</b>	Reforça a proteção das zonas de recarga de aquíferos e áreas próximas às nascentes	CONAMA (2002)
<b>Resolução nº 396/2008</b>	<b>Enquadramento das águas subterrâneas</b>	Define classes de qualidade e padrões de uso conforme os usos preponderantes das águas subterrâneas	CONAMA (2008)
<b>Resolução nº 420/2009</b>	<b>Gerenciamento de áreas contaminadas por substâncias químicas</b>	Estabelece valores orientadores para avaliação da qualidade das águas subterrâneas em áreas contaminadas	CONAMA (2009)

Fonte: Autor (2025).

A Resolução nº 237/1997 (CONAMA, 1997) estabelece as normas para o licenciamento ambiental no Brasil, definindo critérios e procedimentos para a outorga de licenças a projetos que possam afetar o meio ambiente, incluindo a extração de águas subterrâneas. O licenciamento ambiental é essencial para restringir a liberdade de ação administrativa, pois torna a administração pública responsável por embasar suas decisões em estudos técnicos minuciosos, especialmente no que se refere à avaliação dos impactos na água, à definição de condições ambientais e ao monitoramento hidrogeológico das áreas de captação, oferecendo mais segurança jurídica e ambiental para a exploração das águas subterrâneas (MORAES, BERNARDES 2024).

As Resoluções nº 09/1990 (CONAMA, 1990) e nº 302/2002 (CONAMA, 2002) abordam a defesa das águas subterrâneas e dos ecossistemas. A primeira, define diretrizes para o licenciamento ambiental relacionado à mineração, enfatizando a necessidade de proteger fontes de água e áreas de recargas; a segunda, por outro lado, estabelece critérios e limites para as Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao redor de reservatórios artificiais, incluindo a exigência de planos ambientais para a conservação e uso das áreas

adjacentes, assegurando a proteção não apenas das águas de superfície, mas também das áreas de recarga subterrânea e da integridade do solo. Assim, ambas as resoluções favorecem a sustentabilidade na captação de águas subterrâneas, prevenindo a poluição e a exploração excessiva dos aquíferos.

A Resolução nº 396/2008 (CONAMA, 2008) estabelece critérios e orientações ambientais para a classificação das águas subterrâneas, sugerindo diferentes categorias de qualidade com base em padrões específicos para principais usos, como o abastecimento de água para consumo humano, irrigação e a hidratação de animais. Esta resolução determina valores de referência de qualidade e limites máximos permitidos para uma variedade de parâmetros físico-químicos, além de requerer monitoramentos frequentes e a implementação de ações para prevenir e controlar a poluição, o que inclui a criação de zonas de proteção para aquíferos e áreas em torno de poços. A Resolução fornece uma base técnica que orienta tanto o processo de licenciamento ambiental quanto a execução de ações corretivas em situações de deterioração da qualidade da água (PINTO, ALMEIDA, 2008). O quadro 5 apresenta um resumo com os principais aspectos regulamentados pela norma.

**Quadros 5 – Resumo da Resolução CONAMA nº 396/2008**

<b>Tema Central</b>	<b>Pontos Principais</b>
<b>Enquadramento</b>	Estabelece a classificação das águas subterrâneas em classes (Especial, 1, 2, 3, 4, 5) conforme usos preponderantes e padrões de qualidade.
<b>Padrões de Qualidade</b>	Define valores máximos permitidos (VMP) para parâmetros físicos, químicos e biológicos, conforme o uso da água subterrânea.
<b>Monitoramento</b>	Torna obrigatório o monitoramento periódico da qualidade da água subterrânea, com parâmetros mínimos (STD, nitrato, coliformes, pH, etc.).
<b>Responsabilidade</b>	Determina que o responsável pelo uso deve realizar análises em laboratórios reconhecidos e fornecer laudos completos aos órgãos ambientais.
<b>Áreas de Restrição</b>	Prevê a criação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da Água Subterrânea para proteção de aquíferos e saúde pública.

<b>Tema Central</b>	<b>Pontos Principais</b>
<b>Controle de Poluição</b>	Exige medidas preventivas e corretivas para evitar poluição, além de restrições para disposição de efluentes e resíduos no solo.
<b>Reenquadramento</b>	Permite ações de controle ou estudos para reenquadramento caso a água não atenda à classe definida.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Já a Resolução nº 420/2009 (CONAMA, 2008) define normas e diretrizes que orientam a qualidade do solo no que diz respeito a substâncias químicas presentes. Esta regulamentação estipula critérios como Valores de Qualidade de Referência (VQR), Valores de Prevenção (VP) e Valores de Intervenção (VI), sendo essencial para guiar ações de análise, monitoramento e recuperação em locais com risco de contaminação, assegurando a proteção do ambiente e da saúde pública. Moura e Filho (2015) enfatizam que a introdução da Resolução CONAMA nº 420/2009 significou um progresso considerável na gestão ambiental no Brasil, ao abordar falhas na proteção do solo e das águas subterrâneas, integrando critérios técnicos semelhantes aos que são utilizados internacionalmente e promovendo a responsabilidade dos agentes que provocam a contaminação.

Além das normativas ambientais aplicáveis à exploração convencional das águas subterrâneas, é importante destacar que o ordenamento jurídico brasileiro também contempla legislações específicas voltadas para as chamadas águas minerais. Embora compartilhem aspectos técnicos com as águas subterrâneas comuns, as águas minerais são enquadradas sob um regime legal diferenciado, com enfoque na sua natureza mineralógica e no seu valor econômico. Essas normativas, de competência federal, estabelecem critérios de classificação, concessão e fiscalização da exploração, comercialização e uso dessas águas (BRASIL, 1945). O Quadro 6 a seguir apresenta um panorama das principais legislações brasileiras referentes à gestão e uso das águas minerais, com seus respectivos objetivos e fundamentos legais.

### Quadros 6 – Legislação Brasileira sobre Águas Minerais

<b>Normas/Lei</b>	<b>Assunto Principal</b>	<b>Conteúdo relacionado à água mineral</b>	<b>Fonte</b>
Decreto-Lei nº 7.841/1945	Código das Águas Minerais	Define o regime jurídico da exploração de águas minerais, critérios de classificação (mineral, potável de mesa, gasosa, etc.) e regras para uso e proteção	BRASIL (1945).
Resolução ANM nº 122/2022	Fiscalização da produção mineral	Dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral	ANM (2022).
Resolução ANM nº 94/2022	Outorga e lavra de água mineral	Estabelece os procedimentos para requerimento de pesquisa, captação e lavra de água mineral, incluindo exigências técnicas, licenciamento e controle de qualidade	ANM (2022).

Fonte: Autor (2025).

O Decreto-Lei nº 7.841/1945 (BRASIL, 19445) instituiu o Código das Águas Minerais, que determina que as águas minerais são juridicamente consideradas como recursos minerais, sob a propriedade da União e com gestão pelo governo federal, especialmente pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Esta legislação foi criada em um período de centralização, anterior à Constituição de 1988 e à Política Nacional de Recursos Hídricos, o que ocasionou disputas institucionais e de jurisdição, uma vez que a Constituição conferiu às águas subterrâneas

o caráter de bens estaduais, enquanto as águas minerais continuaram a ser reguladas sob o sistema mineral federal (CAETANO; PEREIRA; DOURADO, 2012). O Código também especifica normas para a classificação, exploração e venda dessas águas, com base em critérios físico-químicos e em sua suposta capacidade medicinal, embora, na atualidade, a maior parte da produção seja voltada para o mercado de água engarrafada e águas subterrâneas comuns sejam minimamente relevantes do ponto de vista hidrogeológico (GESICKI; SINDICO, 2013).

Estudos indicam que a manutenção do status mineral para as águas minerais, sem uma atualização do Código das Águas Minerais, provoca uma fragmentação institucional, conflitos nas normas e dificuldades para a gestão integrada desse recurso. A legislação vigente não leva em conta os avanços na hidrogeologia nem os princípios constitucionais que garantem a proteção ambiental e a gestão participativa, além de desconsiderar a importância ambiental e social da água após a Constituição de 1988 (VIANNA; BRANQUINHO, 2018). Nesse contexto, muitos pesquisadores argumentam que há uma necessidade urgente de revisar o Código das Águas Minerais, para que ele se alinhe com a Política Nacional de Recursos Hídricos e com as diretrizes de desenvolvimento sustentável, superando a abordagem puramente mineral e reconhecendo a diversidade — mineral, hídrica e ambiental — desse recurso (GESICKI; SINDICO, 2013).

A Resolução ANM nº 60/2021, que define orientações para a supervisão da exploração mineral no Brasil, representa um progresso regulatório ao reforçar o controle e o monitoramento das atividades no setor, especialmente após desastres sérios como o colapso da barragem em Brumadinho (VILELA; BOTELHO, 2021). Contudo, sua aplicação enfrenta dificuldades estruturais, como a falta de recursos técnicos e financeiros necessários para um acompanhamento qualitativo e quantitativo, além da alta rotatividade de pessoal nos órgãos de fiscalização, problemas que têm sido historicamente mencionados em pesquisas sobre o gerenciamento de recursos hídricos (MAJESKI; TRINDADE, 2023).

Ademais, a fragmentação das instituições entre a União, os estados e os municípios resultam em sobreposição de legislações e disputas de atribuições, o que complica a colaboração efetiva (CAETANO; PEREIRA; DOURADO, 2012). Essa carência é acentuada pela atuação irregular de pequenas mineradoras, que, somada à ausência de uma supervisão sistemática, tem gerado passivos ambientais como a contaminação de aquíferos e a degradação de áreas conservadas (TONIDANDEL et al., 2012).

A Resolução ANM nº 94/2022 (ANM, 2022) determina que somente entidades legais têm a permissão para solicitar a exploração e pesquisa de água mineral. É necessário apresentar projetos hidrogeológicos detalhados, demarcar a área de investigação e seguir prazos rigorosos para cada fase, além de executar análises físico-químicas e microbiológicas regulares da água, de acordo com os padrões da Anvisa, e montar hidrômetros calibrados para monitorar a quantidade de água utilizada (NUNES, 2022).

Em relação à extração, a realização da concessão acontece somente após a aceitação do relatório conclusivo da pesquisa e a verificação da viabilidade técnica, ambiental e econômica da mina, sendo essencial o controle rigoroso por parte da Agência Nacional de Mineração para prevenir a degradação dos recursos hídricos subterrâneos. Isso é mostrado em Caldas Novas, onde a exploração excessiva resultou na diminuição do nível do aquífero termal, o que exigiu a implementação de restrições e supervisão constante para evitar danos permanentes (ANDRADE; ALMEIDA, 2012). Situação semelhante pode ocorrer em outras regiões, como no Aquífero Beberibe, onde a elevada pressão de uso e a vulnerabilidade das áreas de recarga demandam ações preventivas e controle contínuo, a fim de preservar a disponibilidade e a qualidade da água subterrânea (LIMA FILHO; MELO, 2004).

## CAPÍTULO 3

### SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um conjunto de ações destinadas a administrar uma entidade, visando obter um relacionamento mais harmonioso com o meio ambiente (CERUTI; SILVA, 2009). Para as organizações que captam água subterrânea para o consumo, essa ferramenta se apresenta como uma solução às crescentes exigências regulatórias e à necessidade de estar em conformidade com as normas que governam a utilização dos recursos hídricos (PEIXE et al., 2019).

O grau de amadurecimento do SGA está intimamente ligado ao nível de cumprimento das leis e ao avanço dos controles operacionais pertinentes à gestão da água (SALGADO; COLOMBO, 2015). Desta forma, esse sistema pode trazer vários benefícios, como a obtenção de vantagens competitivas por meio da demonstração de conformidade legal, melhorias na imagem da empresa junto às autoridades regulatórias e aumentos na competitividade no mercado, assegurando a sustentabilidade das operações (BISPO; CAZARINI, 2006).

A adoção desse sistema no ramo de recursos hídricos pode ser organizada em cinco etapas principais, de acordo com a norma ISO 14001: (i) comprometimento e definição da política ambiental para gestão sustentável dos recursos hídricos; (ii) elaboração do plano de gestão com foco nas particularidades da legislação hídrica; (iii) implementação e execução dos controles de captação e monitoramento; (iv) revisão periódica da conformidade com a legislação; e, (v) atualização do SGA (CERUTI; SILVA, 2009).

Os principais obstáculos para a implementação do SGA no setor hídrico estão ligados a questões financeiras, organizacionais e, sobretudo, ao complicado quadro regulatório desse setor (PEIXE et al., 2019). A metodologia de avaliação qualitativa paraconsistente pode ajudar a identificar e superar essas dificuldades específicas do setor, proporcionando uma análise mais acurada dos aspectos legais e técnicos que afetam o sucesso na implementação do sistema de gestão ambiental (BISPO; CAZARINI, 2006). Para as empresas do setor hídrico, o SGA demonstra uma atuação proativa e considera as questões ambientais no processo decisório, levando em conta as expectativas dos stakeholders e a necessidade de atender à legislação específica do setor (SALGADO; COLOMBO, 2015).

A implementação eficaz de um SGA exige, primeiramente, a criação de políticas ambientais claras, as quais devem orientar todas as atividades organizacionais, desde o planejamento estratégico até as operações cotidianas (VAZ et al., 2010). Nesse sentido, a adoção de uma abordagem sistêmica permite que as empresas desenvolvam capacidades internas fundamentais para gerenciar riscos ambientais, otimizar o uso de recursos naturais e, ao mesmo tempo, demonstrar seu compromisso com a responsabilidade corporativa, tanto perante stakeholders quanto aos órgãos reguladores (BRENDLER; BRANDLI, 2011).

A incorporação de práticas de gestão ambiental baseadas em evidências científicas e tecnologias adequadas vai além do simples cumprimento das exigências legais. Ela possibilita, também, a identificação de oportunidades para melhorar a operação e reduzir custos (MASCARENHAS et al., 2011). Por fim, a adoção de um SGA bem estruturado reflete o verdadeiro comprometimento da organização com a preservação dos recursos naturais, especialmente os hídricos, contribuindo significativamente para a construção de uma imagem corporativa sólida, fundamentada nos princípios da sustentabilidade e da responsabilidade ambiental (RABELO, 2016).

## AUDITORIA DE CONFORMIDADE LEGAL

A auditoria para verificar a conformidade com as leis ambientais é vista como um procedimento sistemático que examina se as organizações estão seguindo as normas ambientais em níveis federal, estadual e municipal. A auditoria ajuda a detectar o cumprimento das exigências legais, identificar irregularidades e sugerir melhorias, servindo como um recurso preventivo para evitar violações e passivos ambientais. Além disso, seu papel é destacado na minimização de riscos legais e na melhoria dos processos internos, sendo considerada uma ferramenta de gestão que reforça a governança e a sustentabilidade das operações empresariais (CARVALHO, 2023).

Na prática, a auditoria de conformidade legal abrange fases como a coleta e análise das regulamentações relevantes para o setor, a revisão de documentos, a realização de inspeções no local e a criação de relatórios detalhados sobre as conformidades e não conformidades encontradas. Estudos de caso mostram que o uso dessa metodologia não só ajuda a garantir a conformidade com a legislação atual, mas também ajuda a identificar áreas para melhoria, permitindo que se definam prioridades para a solução de questões

ambientais e promovendo a transparência e a responsabilidade socioambiental das organizações (NOWACKI et al., 2009). Além disso, Fischer, Dias e Anello (2013) enfatizam que a auditoria ambiental se estabelece como uma ferramenta fundamental para a gestão, pois permite avaliar tanto o desempenho quanto o compromisso ambiental das organizações, sendo empregada para licenciamento, certificação e a melhoria contínua de processos internos (FISCHER, DIAS E ANELLO, 2013).

A abordagem da auditoria ambiental consiste em um procedimento metódico e documentado, realizado por uma equipe especializada, cujo objetivo é analisar o desempenho ambiental de uma empresa em conformidade com as leis atuais, normas técnicas e diretrizes internas. O processo começa com o planejamento da auditoria, no qual são estabelecidos escopo, metas, critérios de avaliação, cronograma e a equipe responsável pela auditoria. Na sequência, é feita a coleta de dados, que abrange a análise de documentos, inspeções no local e entrevistas com funcionários, para que as informações recolhidas sejam comparadas aos requisitos legais e normativos pertinentes, permitindo a identificação de conformidades, não conformidades e oportunidades de aprimoramento (NEHLS, 2018).

A próxima fase envolve a criação do relatório de auditoria, que detalha as descobertas e sugestões, além de supervisionar a implementação das ações recomendadas para assegurar a eficácia das melhorias. A utilização de ferramentas como listas de verificação e mapas mentais pode facilitar a organização do processo, principalmente em contextos complexos e regulamentados (CARDOSO JUNIOR et al., 2011). A adoção dessa metodologia estruturada promove o fortalecimento da gestão ambiental, diminui riscos legais e ambientais e alinha as operações empresariais às diretrizes de desenvolvimento sustentável (CARVALHO et al., 2008). Além disso, a auditoria ambiental reafirma seu papel como uma ferramenta estratégica, incentivando a responsabilidade socioambiental e a contínua melhoria dos processos internos nas organizações (CARVALHO, 2023).

Diante disso, no âmbito das águas subterrâneas, foi proposto nesse manual um formulário de conformidade para a captação desse recurso, desenvolvido com o intuito de sistematizar e facilitar a verificação do atendimento às exigências legais, técnicas e ambientais pelas organizações envolvidas nessa prática. Para garantir clareza, rastreabilidade normativa e aplicabilidade prática, o instrumento foi estruturado em seções temáticas, correspondentes às etapas críticas ou obrigações específicas do sistema regulatório nacional.

O formulário foi dividido em grupos, sendo eles (Quadro 7): como outorga e autorização, cadastro, uso e cobrança, responsabilidade ambiental, qualidade da água, conservação e proteção, projeto e construção, licenciamento e monitoramento e fiscalização. Essa divisão teve como objetivo permitir ao usuário uma navegação lógica e eficiente entre os diferentes requisitos legais. Essa estruturação contribui significativamente para seu uso em auditorias ambientais, processos de licenciamento ou mesmo em atividades de autoavaliação institucional.

**Quadros 7 – Formulário de conformidade para exploração de águas subterrâneas**

	Nº	Pergunta	Resposta	Referências Normativas
<b>Outorga e autorizações</b>	1	A empresa possui outorga/autorização válida para captação de água subterrânea?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Lei nº 8.176/1991; Lei nº 9.984/2000; Código de Águas; Resolução CNRH nº 16/2001
	2	A empresa revisa periodicamente sua validade e condições da outorga/autorização de captação de água subterrânea?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
	3	A empresa possui concessão ou autorização administrativa vigente do órgão gestor para a captação de água subterrânea e está em conformidade com as disposições previstas nesse ato autorizativo?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Lei nº 9.984/2000; Código de Águas; Resolução CNRH nº 16/2001
	4	As condições de exploração são estabelecidas pelo órgão gestor e respeitadas pelo usuário?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
	5	A empresa está ciente que em caso de risco de escassez, interesse público, inadimplência, poluição, abandono ou renúncia, a outorga pode ser suspensa, restringida ou extinta, sem direito a indenização?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
<b>Cadastro</b>	6	Os dados sobre captação e uso da água subterrânea estão cadastrados junto ao órgão competente e ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Lei nº 9.984/2000; Resolução CNRH nº 16/2001
	7	Os dados sobre captação e uso da água subterrânea estão atualizados junto ao órgão	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não	Lei nº 9.433/1997; Lei nº 9.984/2000;

	Nº	Pergunta	Resposta	Referências Normativas
		competente e ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos?	<input type="checkbox"/> NA	Resolução CNRH nº 16/2001
	8	Todos os poços (em operação ou abandonados) estão cadastrados na Base de Dados de Águas Subterrâneas do órgão gestor?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
Uso e Cobrança	9	A empresa respeita prioridades de uso em situações de escassez hídrica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
	10	A empresa realiza o pagamento devido pela cobrança pelo uso de recursos hídricos, quando aplicável?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Lei nº 9.984/2000; Resolução CNRH nº 16/2001
Responsabilidade Ambiental	11	A empresa está ciente das penalidades administrativas, civis e penais por infrações ambientais?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.605/1998; Lei nº 8.176/1991; Lei nº 9.433/1997
	12	A empresa adota medidas para prevenir, corrigir e reparar danos ambientais?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.605/1998; Lei nº 9.433/1997
Qualidade da Água	13	A água fornecida para consumo humano atende aos padrões de qualidade e procedimentos de controle e vigilância estabelecidos pela legislação sanitária?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Portaria GM/MS nº 888/2021
	14	Foram realizada análise físico-química e bacteriológica da água do poço, conforme prazos e parâmetros definidos pela legislação federal?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Portaria GM/MS nº 888/2021
Conservação e Proteção	15	Existe programa permanente de conservação, proteção e uso racional das águas subterrâneas, com medidas de controle à poluição e manutenção do equilíbrio físico-químico-biológico?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; Código de Águas
	16	As captações de águas subterrâneas possuem dispositivos adequados de proteção sanitária, evitando penetração de poluentes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Portaria GM/MS nº 888/2021; Código de Águas
	17	Poços abandonados ou que representem risco ao aquífero estão adequadamente cimentados/tamponados?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Resolução CNRH nº 16/2001; Código de Águas

	Nº	Pergunta	Resposta	Referências Normativas
	18	Poços jorrantes possuem dispositivos para evitar desperdício?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Código de Águas
<b>Projeto e Construção</b>	19	O projeto do poço tubular para captação de água subterrânea foi elaborado conforme normas técnicas específicas, incluindo a realização de estudos hidrogeológicos e aprovação por profissional habilitado e pelo órgão gestor?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	ABNT NBR 12212:2017; Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
	20	A construção do poço tubular para captação de água subterrânea foi executada conforme normas técnicas específicas, com acompanhamento de responsável técnico habilitado e emissão da respectiva ART?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	ABNT NBR 12244:2006; Lei nº 9.433/1997; Resolução CNRH nº 16/2001
	21	Obras de grande porte foram precedidas de estudo hidrogeológico para avaliação de disponibilidade e qualidade?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.433/1997; ABNT NBR 12212:2017
<b>Licenciamento e Monitoramento</b>	22	Após conclusão da obra de captação, foi apresentado relatório técnico para emissão da Licença de Exploração/Operação?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Resolução CNRH nº 16/2001; ABNT NBR 12244:2006
	23	A instalação de hidrômetro no poço foi realizada para permitir fiscalização da exploração?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Resolução CNRH nº 16/2001
	24	O processo de outorga inclui teste de bombeamento, com relatório técnico assinado por profissional habilitado e ART do CREA?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Resolução CNRH nº 16/2001; ABNT NBR 12212:2017; ABNT NBR 12244:2006
<b>Fiscalização</b>	25	O responsável permite livre acesso da fiscalização, apresenta documentos quando solicitado, permite coletas de amostras e medições?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA	Lei nº 9.605/1998; Código de Águas

Fonte: Autor (2025).

Na seção de outorga e cadastro, são abordados temas como a necessidade de autorização vigente para captação, a atualização periódica dessa outorga e o registro das captações no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Também se destacam exigências quanto à priorização de usos em situações de escassez hídrica e à possibilidade de suspensão ou revogação da outorga diante de irregularidades. O grupo relacionado ao licenciamento ambiental e responsabilidade contempla questões sobre a obrigatoriedade de obtenção das licenças ambientais (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação), a condução de estudos técnicos por profissionais qualificados e o cumprimento das exigências estabelecidas nas normas ambientais vigentes. Ressalta-se ainda a importância da transparência nos processos, com garantia de acesso dos órgãos fiscalizadores às informações e à adoção de medidas preventivas e corretivas frente a potenciais infrações (BRASIL, 1997).

No que se refere à qualidade da água e potabilidade, o formulário analisa a conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, incluindo a realização periódica de análises físico-químicas e microbiológicas, assegurando a potabilidade da água destinada ao consumo humano (BRASIL, 2021).

A seção de proteção, conservação e uso racional enfatiza a necessidade de programas permanentes de controle de poluição e uso eficiente da água, a instalação de dispositivos de vedação sanitária em poços, o tamponamento de estruturas abandonadas e a prevenção do desperdício, em conformidade com as diretrizes legais.

As demandas técnicas para projetos e construções, por sua vez, são orientadas pelas normas ABNT NBR 12212:2017 (ABNT, 2017) e NBR 12244:2006 (ABNT, 2006). O formulário contempla a exigência de projetos e estudos hidrogeológicos, testes de bombeamento, instalação de hidrômetros e acompanhamento técnico por profissionais com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), garantindo que todas as fases do processo sigam os critérios estabelecidos pelas boas práticas da engenharia e pelas normas em vigor.

Por fim, a seção destinada à documentação e registros destaca a importância da guarda e disponibilidade de documentos técnicos, registros fotográficos, laudos, autorizações e comprovações de propriedade, assegurando respaldo técnico-jurídico e transparência perante os órgãos fiscalizadores.

A estrutura modular e normativamente referenciada do formulário visa não apenas garantir a conformidade legal das atividades de captação de água subterrânea, mas também fornece uma ferramenta de gestão acessível, objetiva e aplicável a diferentes

contextos institucionais. Sua utilização contribui para maior segurança jurídica, eficácia

administrativa e sustentabilidade ambiental nas práticas de uso desse recurso hídrico estratégico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente pressão sobre os recursos hídricos provocada por fatores como mudanças climáticas, poluição e expansão desordenada das atividades humanas, tem conferido às águas subterrâneas uma importância cada vez mais estratégica no abastecimento de populações, atividades agrícolas e industriais. Entretanto, sua exploração inadequada, sem o devido respaldo técnico e jurídico, pode comprometer a qualidade, a disponibilidade e a sustentabilidade desses aquíferos.

Nesse sentido, este manual buscou reunir, de forma didática e fundamentada, os principais conceitos, marcos legais e instrumentos de gestão voltados à captação e uso das águas subterrâneas no Brasil. O formulário de conformidade para exploração de água subterrânea, apresentado, destaca-se como uma ferramenta objetiva, prática e juridicamente referenciada. Sua estrutura temática permite não apenas avaliar o cumprimento das exigências legais, mas também orientar as organizações no aprimoramento de seus procedimentos internos, contribuindo para maior segurança jurídica, eficiência administrativa e responsabilidade ambiental.

Além de promover o entendimento técnico e normativo sobre o tema, o manual fomenta uma cultura institucional de prevenção, monitoramento e adequação às normas ambientais. O uso sistemático do formulário, seja em auditorias internas, processos de licenciamento ou em autoavaliações, contribui para a transparência das ações, facilita a identificação de não conformidades e permite a adoção de medidas corretivas eficazes.

Por fim, a gestão das águas subterrâneas deve ser compreendida como uma responsabilidade compartilhada entre poder público, setor produtivo e sociedade civil. A adoção de práticas baseadas em critérios técnicos, legais e sustentáveis é o caminho para assegurar a disponibilidade hídrica para as presentes e futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M.; ALMEIDA, L. Comportamento do nível potenciométrico do aquífero termal de Caldas Novas-GO e medidas de restrição e controle aplicadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). **Águas Subterrâneas**, v. 26, n. 1, p. 99-112, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001:2015**: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BARREIRO, H. S.; BARBOSA, N. S. Extração Automática de Lineamentos na Exploração de Água Subterrânea: Caso dos Aquíferos Metassedimentares da Chapada Diamantina Centro-Setentrional. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, n. 39227, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.11137/1982-3908\\_2021\\_44\\_39227](https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_39227). Acesso em: 19 jun. 2025.

BERWANGER, G.; REGINATO, P. A. R.; VIEIRO, A. P. Avaliação hidrogeológica de aquíferos costeiros em áreas de bacias de infiltração no sul do Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 39, n. 1, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ras.v39i1.30276>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. Avaliação qualitativa paraconsistente do processo de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 1, p. 117-127, jan./abr. 2006.

BOF, L. H. N.; PRUSKI, F. F.; SILVA, L. M. C.; JUSTINO, F. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 623-634, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/X9J8rNxTkb8TSjkQddWSR7d/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

BRAGA, Benedito P. F.; FLECHA, Rodrigo; PENA, Dilma S.; KELMAN, Jerson. Pacto federativo e gestão de águas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 17-42, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/HKZcynK4dzMcVhrqhS33k8d/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.176, de 8 de fevereiro de 1991. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1991.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jul. 2000.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: 21 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, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 13 fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 21 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.984**, de 17 de julho de 2000. Cria a Agência Nacional de Águas. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5**, de 28 de setembro de 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2024/guia-para-implementacao-da-norma-de-qualidade-da-agua-para-consumo-humano.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888**, de 4 de julho de 2021. Estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 jul. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br>. Acesso em: 21 maio 2025.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Código de Águas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 20 jul. 1934.

BRASIL. Decreto-Lei nº 7.841, de 8 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 20 ago. 1945.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Resolução ANM nº 122, de 28 de novembro de 2022. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 dez. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001. Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 maio 2001.

BRENDLER, E.; BRANDLI, L. L. Integração do sistema de gestão ambiental no sistema de gestão de qualidade em uma indústria de confecções. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 1, p. 27-40, 2011.

BOHN, Noemia; CERNESSON, Flavie; PINHEIRO, Adilson. Aspectos legais dos planos de recursos hídricos de bacia hidrográfica com ênfase na delimitação do perímetro da unidade de planejamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: [https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/151/4267e767c43b3e568f17311ca2255f21\\_b1f7d23ea71facb35b4375a6623618ab.pdf](https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/151/4267e767c43b3e568f17311ca2255f21_b1f7d23ea71facb35b4375a6623618ab.pdf). Acesso em: 18 jun. 2025.

CAETANO, L. C.; PEREIRA, S. Y.; DOURADO, F. Os conflitos do gerenciamento da água mineral no Brasil – estudo de caso: Estado do Rio de Janeiro. **Holos Environment**, v. 12, n. 2, p. 132-146, 2012.

CARDOSO JUNIOR, Moacyr Machado et al. A utilização de mapas cognitivos para estruturação do sistema de auditoria ambiental portuária. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 4, p. 950-964, 2011.

CARVALHO, Alexson Pantaleão Machado de. Auditoria ambiental e sua aplicabilidade com base na Lei 10.165/2000 da Política Nacional do Meio Ambiente. **Journal of Education, Science and Health**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2023.

CARVALHO, Danúbia Vegini et al. Contabilidade e Auditoria Ambiental como Forma de Gestão: um estudo de caso de um hospital. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 7, n. 21, p. 23-40, 2008.

CERUTI, F. C.; SILVA, M. L. N. da. Dificuldades de implantação de sistema de gestão ambiental (SGA) em empresas. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 111-119, jan./mar. 2009.

CHIODI, R. E.; MARQUES, P. E. M. Políticas públicas de pagamento por serviços ambientais para a conservação dos recursos hídricos: origens, atores, interesses e resultados da ação institucional. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 45, p. 81-104, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v45i0.48757>. Acesso em: 18 jun. 2025.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CRH. **Resolução CRH nº 2**, de 16 de agosto de 2018. Dispõe sobre a obrigatoriedade de realização de manutenção de poços para captação de água subterrânea, com elaboração e apresentação de relatório técnico e dá outras providências. Recife, 16 ago. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002. Diretrizes para o gerenciamento de resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <https://www.mma.gov.br>. Acesso em: 21 maio 2025.

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, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 27 maio 2025.

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 e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 7 abr. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 27 maio 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 420**, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas. Diário Oficial da União, Brasília, 30 dez. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 28 maio 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, 16 maio 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 29 maio 2025.

CONICELLI, B.; HIRATA, R.; GALVÃO, P.; BERNARDINO, M.; SIMONATO, S.; ABREU, M. C.; ARANDA, N.; TERADA, R.; GUTIÉRREZ, O. J. G. Água subterrânea em contexto de escassez hídrica na bacia hidrográfica do Rio São Francisco (MG). **Ambiente & Sociedade**, v. 27, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/sfRRxkw7n4BpxMRhnytKt6f/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2025.

CUNHA, G. S. **Gestão de recursos hídricos: desafios e soluções**. São Paulo: Editora Ambiental, 2011.

FERNANDES, J. C.; ARAÚJO, D. M.; SILVA, A. L. Impactos ambientais da extração de águas subterrâneas: uma revisão sobre os efeitos e a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 45-56, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh>. Acesso em: 21 maio 2025.

FISCHER, Jéssica; DIAS, Tanize; ANELLO, Lúcia de Fátima Socoowski. A importância da auditoria ambiental como ferramenta de gestão ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 135-147, jul./dez. 2013.

GESICKI, A. L. D.; SINDICO, F. Gestão das águas minerais no Brasil – panorama legal atual e perspectivas futuras. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 69-88, 2013.

HESPANHOL, Ivanildo. Considerações sobre a Portaria 2914/2011, sobre os Planos de Segurança da Qualidade da Água, sobre os anexos XX e XXI da Portaria de Consolidação 5/2017 do SUS, e sobre uma Proposta para Implementar um Novo Paradigma para Regulamentação com base em Variáveis Sub-rogadas. **Revista DAE**, v. 67, n. 217, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2019.020>. Acesso em: 18 jun. 2025.

LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha; CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/DLtJG9yFQ89CBxKpMpDSyMC/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MALDANER, Carlos Henrique. **Recarga de aquífero em área urbana: Estudo de caso de Urânia (SP)**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

- MARTINS, J. L. **Sustentabilidade no uso dos recursos hídricos**. São Paulo: Atlas, 2018.
- MASCARENHAS, M. H. S.; SEPULVEDA, F. A. M.; D'ASSUMPCÃO, E. S. Sistema de gestão integrado: a atuação do secretário executivo. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 2, n. 1, p. 177-192, jan./jun. 2011.
- MERTENS, Frédéric et al. Governança, redes e capital social no Plenário do Conselho Nacional de Recursos Hídricos do Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 1-20, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/p8QjCfSX6m5KfTzPnSDdfpd/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- MONTOYA, Marco Antonio; FINAMORE, Eduardo Belisário. Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. **Revista Brasileira de Economia**, v. 73, n. 3, p. 443-464, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbe/a/TPk46KwNrcCw5jGPY6Hhyfw/>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/rsp/2007.v36n3/370-374/pt>. Acesso em: 21 maio 2025.
- MORAES, Gabriela Garcia Batista Lima; BERNARDES, Nathalia Peres. A discricionariedade técnica administrativa limitada pelos estudos técnicos dos impactos hídricos na análise com base em casos de mineração no Distrito Federal, Brasil. **Revista de Estudos Empíricos em Direito**, v. 11, 2024. Disponível em: <https://reedrevista.org/reed/article/download/801/498/5275>. Acesso em: 19 jun. 2025.
- NEHLS, Christian. Uma abordagem sobre as auditorias ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 14, n. 7, p. 145-156, 2018.
- NOWACKI, A. C. B. A. et al. Auditoria ambiental compulsória: estudo de caso em três propriedades rurais do Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 233-238, 2009.
- NUNES, Antônio José Ribeiro. Mineração de água mineral: qualidade para o consumo humano e promoção de saúde. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 518-535, 2022.
- PEIXE, B. C. S.; TRIERWEILLER, A. C.; BORNIA, A. C.; TEZZA, R.; CAMPOS, L. M. S. Fatores relacionados com a maturidade do sistema de gestão ambiental de empresas industriais brasileiras. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 59, n. 1, p. 29-42, jan./fev. 2019.
- PEREIRA, L. C. **Gestão integrada da água: aspectos e desafios**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2017.

PICOLLI, Rafaela et al. A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 761-770, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/VFpXnmJGV9Wb5rWmRRLKcyK/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2025.

PINTO, M. R.; ALMEIDA, J. R. F. A Lei das Águas e o enquadramento das águas subterrâneas em classes: implicações e dificuldades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. Disponível em: [https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/152/31bb23a7e80f6a8fed86a798ac29df72\\_a4eaed929d845e91d638693788b9d540.pdf](https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/152/31bb23a7e80f6a8fed86a798ac29df72_a4eaed929d845e91d638693788b9d540.pdf). Acesso em: 19 jun. 2025.

RABELO, W. A. Implantação de sistema de gestão ambiental em uma indústria de laticínios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 19., 2016. **Anais** [S.l.: s.n.], 2016.

REZENDE, V. L. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 375-384, 2016.

RODRIGUES, Amanda Lopes; LEAL, Liliane Vieira Martins. Outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumentos de gestão da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. **Revista de Direito**, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 61-101, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7085859.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2025.

RODRIGUES, L.; PEREIRA, R.; ALMEIDA, D. Impactos ambientais da exploração irregular de aquíferos em áreas urbanas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 49, n. 2, 2020.

SALGADO, C. C. R.; COLOMBO, C. R. Sistema de gestão ambiental no verdegreen hotel – João Pessoa/PB: um estudo de caso sob a perspectiva da resource-based view. **RAM, Revista de Administração Mackenzie**, v. 16, n. 5, p. 195-225, set./out. 2015.

SANTOS, F. A. G.; COSTA, A. C. M. A gestão dos recursos hídricos no Brasil e a questão da água subterrânea. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24344>. Acesso em: 21 maio 2025.

SANTOS, L. P. **Água e meio ambiente: desafios para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2002.

SILVA, F. L.; STEFANI, M. S.; SMITH, W. S.; CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI Jr., I. The municipality role in Brazilian wetlands conservation: the establishment of connections among the Master Plan, the National Hydric Resources Policy and two international strategic plans. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 6, p. 2193-2203, 2019.

- SILVA, Rafael Campos Alves da. **Impactos na recarga do aquífero em área urbana**. 2016. Dissertação (Mestrado) – [Instituição não informada], 2016.
- TONIDANDEL, R. P.; PARIZZI, M. G.; LIMA, H. M. Aspectos legais e ambientais sobre fechamento de mina, com ênfase no Estado de Minas Gerais. **Geonomos**, v. 20, n. 1, p. 32-40, 2012.
- TROIAN, G. C.; REGINATO, P. A. R.; MARQUEZAN, R. G.; KIRCHHEIM, R. Modelo conceitual hidroestratigráfico do sistema aquífero costeiro no litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Águas Subterrâneas**, v. 34, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ras.v34i3.29883>. Acesso em: 19 jun. 2025.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia: A ciência das águas doces**. São Carlos: Editora Rima, 2008.
- VASCONCELOS, S. M.; MENDONÇA, D. P.; ALMEIDA, A. C. **Águas subterrâneas e seus usos sustentáveis**. Recife: Editora Universitária, 2013.
- VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; OLIVEIRA, I. L.; KOVALESKI, J. L.; SELIG, P. M. Sistema de gestão ambiental em instituições de ensino superior: uma revisão. **GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 5, n. 3, p. 45-58, jul./set. 2010.
- VIANNA, R.; BRANQUINHO, F. T. B. Sobre águas e minerais. **HALAC – Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña**, v. 8, n. 1, p. 158-183, 2018.
- VILELA, R. A. G.; BOTELHO, M. R. Omissão do Estado brasileiro e o rompimento de barragens de mineração. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 32, n. 1/2, p. 41-53, 2021.