



Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Planaltina - FUP

Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em  
Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua

**OCORRÊNCIA E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA TERMAL NA REGIÃO DAS ÁGUAS  
QUENTES DE GOIÁS**

BRUNA MARINHO DE MELO

**BRUNA MARINHO DE MELO**

**OCORRÊNCIA E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA TERMAL NA REGIÃO DAS ÁGUAS  
QUENTES DE GOIÁS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profágua, área de concentração Regulação e Governança de Recursos Hídricos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento

Planaltina - DF  
2025

BRUNA MARINHO DE MELO

**OCORRÊNCIA E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA TERMAL NA REGIÃO DAS ÁGUAS  
QUENTES DE GOIÁS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos em Rede Nacional (ProfÁgua) da Universidade de Brasília (UnB) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento (FUP/UNB)

Orientador

---

Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro (FUP/UNB)

Examinador Interno

---

Dr. Leonardo de Almeida (ANA)

Examinador Externo

---

Prof. Dr. Carlos José Sousa Passos(FUP/UNB)

Suplente

**Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Mo

MARINHO DE MELO, BRUNA  
OCORRÊNCIA E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA TERMAL NA  
REGIÃO DAS ÁGUAS QUENTES DE GOIÁS / BRUNA MARINHO DE MELO;  
orientador CARLOS TADEU CARVALHO DO NASCIMENTO. Brasília,  
2025.  
119 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em  
Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) Universidade de  
Brasília, 2025.

1. Água subterrânea termal. 2. Turismo hidrotermal. 3.  
Aquífero. 4. Caldas Novas. 5. Rio Quente. I. CARVALHO DO  
NASCIMENTO, CARLOS TADEU , orient. II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de minha força e inspiração, por me sustentar e guiar durante toda esta jornada.

Ao meu orientador, Professor Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento, pela orientação dedicada e pelo apoio constante em todas as etapas deste trabalho.

Aos meus amigos Raimunda e Antônio Lisboa, que me acolheram em seu lar com generosidade e carinho durante o período deste mestrado, tornando possível a conclusão deste curso.

Ao meu ex-marido e pai da minha filha, Márcio, por sua compreensão e por assumir com responsabilidade os cuidados com nossa filha durante minha ausência.

À minha insubstituível funcionária Simone, que com amor e dedicação cuidou da minha casa e da minha filha, permitindo-me focar nos estudos.

Ao meu amigo Henrique, que, ao longo deste mestrado, demonstrou o verdadeiro significado da amizade.

À minha avó Glorinha, que aos 92 anos continua a esbanjar lucidez e sabedoria, sendo uma fonte de inspiração constante.

Aos meus pais, Hunald e Eliana, que, com esforço e amor, me proporcionaram as condições para chegar até aqui.

Às minhas irmãs Luciana e Vandete, e aos meus sobrinhos Leonardo Júnior, Ana Júlia, Matheus, Enzo Gabriel, Vinícius e Rafaela, pelo apoio incondicional e pelo carinho constante.

Ao meu irmão Leonardo, que partiu em 2020, deixando um legado de amor e saudade em nossos corações.

À minha filha Valentina, que representa o amor puro e o que há de melhor na vida.

Agradeço de coração a cada um de vocês, que com sua presença, apoio e amor tornaram possível a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do \*Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023\*. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua apoio técnico científico aportado até o momento.

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as formas de uso e gestão das águas termais nas cidades de Caldas Novas e Rio Quente, situadas no Estado de Goiás, Brasil, considerando seu valor econômico, social e ambiental. Especificamente, busca-se identificar os principais usos das águas termais nas atividades turísticas; examinar as estratégias de gestão adotadas por cada município; avaliar a atuação dos setores público e privado na preservação e fiscalização dos recursos hídricos; investigar os impactos da pandemia, da urbanização e das mudanças climáticas sobre os aquíferos, com ênfase no comportamento dos níveis de água subterrânea durante e após a pandemia; e apresentar recomendações para a conservação e uso sustentável das águas subterrâneas. A estrutura da pesquisa compreende cinco capítulos: o primeiro aborda a relação entre turismo e uso do território; o segundo apresenta a origem e as características das águas termais de Caldas Novas e Rio Quente; o terceiro analisa a atuação governamental e o cumprimento da legislação ambiental; o quarto discute a gestão das águas subterrâneas e os efeitos das mudanças climáticas; e o quinto expõe os resultados da pesquisa, com ênfase na dinâmica de exploração das águas termais e nas práticas de preservação e reuso. Conclui-se que, embora existam normas regulatórias, ainda há falhas na fiscalização e no monitoramento das ações de conservação, sendo indispensável a adoção de medidas mais eficazes para garantir a sustentabilidade hídrica da região.

**Palavras-chave:** Águas termais; Gestão ambiental; Turismo hidrotermal; Sustentabilidade hídrica; Recursos hídricos subterrâneos; Caldas Novas; Rio Quente.

## **ABSTRACT**

This study aims to analyze the usage and management practices of thermal waters in the cities of Caldas Novas and Rio Quente, located in the state of Goiás, Brazil, considering their economic, social, and environmental significance. Specifically, it seeks to identify the primary uses of thermal waters in tourism-related activities; examine the management strategies adopted by each municipality; evaluate the roles of public and private sectors in the preservation and monitoring of water resources; investigate the impacts of the pandemic, urbanization, and climate change on the aquifers, with an emphasis on the behavior of groundwater levels during and after the pandemic; and provide recommendations for the conservation and sustainable use of groundwater resources. The structure of the research comprises five chapters: the first addresses the relationship between tourism and land use; the second presents the origin and characteristics of the thermal waters of Caldas Novas and Rio Quente; the third analyzes governmental actions and compliance with environmental legislation; the fourth discusses groundwater management and the effects of climate change; and the fifth presents the research findings, emphasizing the dynamics of thermal water exploitation and practices of preservation and reuse. It concludes that, although regulatory norms exist, there are still shortcomings in the enforcement and monitoring of conservation actions, making it essential to adopt more effective measures to ensure the region's water sustainability.

**Keywords:** Thermal waters; Environmental management; Hydrothermal tourism; Water sustainability; Groundwater resources; Caldas Novas; Rio Quente.

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	11
OBJETIVOS .....	16
Objetivo Geral .....	16
Objetivos específicos.....	16
Capítulo 1. Concepções gerais básicas da construção da sociedade brasileira no ramo do turismo .....	17
1.1 Sociedade brasileira no ramo do turismo .....	17
1.2 Planejamento urbano e ambiental nas cidades turísticas brasileiras .....	19
1.3 Turismo e desenvolvimento sustentável no Brasil .....	22
Capítulo 2. Origem das Águas Termais nas regiões de Caldas Novas e Rio Quente .....	25
2.1 Formação das águas termais .....	29
2.1.2 Aquífero Araxá .....	33
2.1.3 Aquífero Paranoá.....	34
2.1.4 Aquífero Intergranular ou Freático .....	37
2.2 Aquecimento da água .....	38
2.3 Características da região de Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás, Brasil .....	39
2.3.1 Caldas Novas Goiás, Brasil.....	46
2.3.2 Rio Quente Goiás – Brasil.....	50
Capítulo 3. Ações governamentais que regulamentam e planejam a exploração das águas termais em Caldas Novas e Rio Quente (BR/GO) .....	55
3.1 Legislação Federal, Estadual e Municipal sobre águas subterrâneas brasileiras .....	55
3.2 Licenciamento e concessões para exploração das águas termais.....	57
3.3 Monitoramento das águas termais.....	59
3.4 Aproveitamento das águas quentes em Caldas Novas .....	68
3.5 Aproveitamento das águas no Rio Quente.....	69
Capítulo 4. Gestão de Águas Subterrâneas .....	71
4.1 Instrumentos de gestão específicos para as águas subterrâneas .....	79
4.1.1 Áreas de Proteção de Aquíferos (APA).....	80
4.1.2 Áreas de Restrição e Controle de Uso de Águas Subterrâneas .....	80
4.1.3 Perímetros de Proteção de Poços (PPP) .....	81
4.2 Impacto das mudanças climáticas nas águas subterrâneas.....	82
Capítulo 5. Análise dos Resultados .....	87
5.1 Turismo .....	87
5.2 Propriedades medicinais das águas termais.....	88
5.3 Legislação.....	88
5.4 Caldas Novas e Rio Quente GO/BR .....	88
5.5 Discussão dos Resultados .....	92

CONCLUSÃO .....	94
PRODUTO: PROJETO PRODUTOR DE ÁGUA.....	103
BIBLIOGRAFIA .....	107

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Imagem do Google Earth da região do dia 17/01/2025.....	13
Figura 2. Modelo hidrogeológico para a região de Caldas Novas e Rio Quente, adaptado de Campos <i>et al.</i> 2000, Almeida <i>et al.</i> (2006) e Campos <i>et al.</i> (2009) .....	27
Figura 3. Ilustração esquemática de variações de temperaturas.....	28
Figura 4. Nascente termal observada em fratura aberta no quartzito maciço .....	30
Figura 5. Funcionamento de um aquífero, Águas Subterrâneas na Política Nacional de Recursos Hídricos .....	31
Figura 6. Corte hidrogeológico esquemático dos aquíferos .....	32
Figura 7.Seção geológica esquemática representando um corte leste-oeste na porção central da Serra de Caldas .....	36
Figura 8. Estratigrafia da região das águas termais do sudoeste do estado de Goiás .....	37
Figura 9. Hidrografia do Parque Estadual da Serra de Caldas.....	40
Figura 10. Caracterização do solo da região Caldas Novas e Rio Quente .....	43
Figura 11. Fluxo outorga (ANM) .....	58
Figura 12. Gráfico do Nível dos Aquíferos Paranoá e Araxá .....	64
Figura 13. Localização dos poços termais de Caldas Novas .....	65
Figura 14. Instrumentos diretos e indiretos de gestão das águas subterrâneas.....	82
Figura 15. Modelo geológico em 3D de Caldas Novas (BAUER, 2015) .....	90
Figura 16. Estação meterológica de Caldas Novas.....	94
Figura 17. Shapefile com dados dos municípios produtores de água .....	106

## **INTRODUÇÃO**

Ambiente sustentável é tema vinculado com a sobrevivência de todas as espécies no mundo, porquanto a problemática da destruição desenfreada dos recursos naturais ambientais do planeta, provocada pelo desmatamento e poluição em nome do desenvolvimento que coloca em risco a qualidade de vida são de responsabilidade de toda a humanidade.

As ações humanas e a indiferença para com as leis interferem no meio ambiente e no ecossistema terrestre, provocando o desequilíbrio do planeta com degradação, poluição e escassez de recursos naturais. O ser humano ainda não está totalmente conscientizado de que deve respeitar os ciclos naturais, o tempo de recomposição dos recursos e seus limites, conservando a integridade do meio ambiente o qual está inserido, onde a água, o ar, o solo e a luz solar são elementos fundamentais à preservação da vida como um todo.

Esse estudo busca ampliar as noções a respeito da indispensabilidade de um desses recursos naturais, a água especificamente a água termal como economia turística. Diante disso, o que impulsiona o surgimento do presente trabalho, são as distintas formas de gestão da exploração das águas termais das regiões de Caldas Novas e Rio Quente, ambas em Goiás, Brasil.

Referidas cidades, são voltadas para a utilização das águas termais como atrativo turístico. Tudo que se prospera nestas cidades está focado na exploração desse recurso natural, com vasta variedade de hotéis, pousadas e restaurantes, sendo que os parques aquáticos são os principais atrativos.

O município de Caldas Novas juntamente com o município de Rio Quente, apresentam grandes belezas naturais, localizados em uma região rica em jazidas minerais, separadas pela Serra de Caldas, principal fonte das águas termais que abastecem o turismo de ambas as cidades. Seus mananciais hidrotermais são a base para a infraestrutura para o turismo de lazer.

As duas regiões são privilegiadas pela vegetação da Serra de Caldas, onde se desenvolve o turismo ecológico, com uma das melhores infraestruturas de parque do Estado de Goiás, Brasil: o Parque Estadual da Serra de Caldas, com área pouco maior de 120 (cento e vinte) quilômetros quadrados, além do cerrado preservado, possui duas trilhas pelo cerrado, onde uma trilha leva para a cachoeira denominada Cascatinha e outra trilha para a cachoeira do Paredão. Ambas são cercadas de paisagens naturais onde desenvolvem o turismo ecológico das regiões estudadas.

Na Serra existem várias cabeceiras de córregos com água fria, portanto, a maioria de difícil acesso. Sendo que somente as cachoeiras da cascatinha e do paredão possuem trilhas, que facilitam o acesso dos turistas e é bastante frequentado.

Ressalta-se que o Parque Estadual Serra de Caldas foi criado em 1970 com objetivo de conservar e proteger a área de captação de chuva responsável pelas recargas dos aquíferos hidrotermais de Caldas Novas e Rio Quente, Goiás, Brasil.

As cidades estão aproximadamente a 30 (trinta) quilômetros de distância uma da outra, separadas pela Serra de Caldas. A Serra de Caldas constitui-se na mais importante área de recarga dos sistemas aquíferos tanto do termal, que é a base econômica dos municípios através do seu uso turístico, quanto do frio, que é usado para o abastecimento doméstico.

**Figura 1. Imagem do Google Earth da região do dia 17/01/2025:**



Este estudo concentra-se na análise das condições ambientais das cidades de Caldas Novas e Rio Quente, com foco na problemática da exploração das águas termais por empreendimentos turísticos. A utilização intensiva desses recursos hídricos, sem uma fiscalização eficaz, pode acarretar o resfriamento das águas e o rebaixamento do nível do aquífero, comprometendo a sustentabilidade hídrica da região. Pesquisas indicam que a exploração descontrolada tem provocado uma diminuição significativa na superfície potenciométrica do sistema aquífero termal, especialmente após a intensificação da perfuração de poços a partir da década de 1970 .

Dante desse cenário, o objetivo geral deste trabalho é analisar as práticas de uso, gestão e conservação das águas termais nas cidades de Caldas Novas e Rio Quente (GO), considerando seus aspectos econômicos, ambientais, legais e sociais, com ênfase na sustentabilidade dos aquíferos e na mitigação dos impactos decorrentes da atividade turística.

Especificamente, busca-se descrever as principais estratégias de manejo e utilização das águas termais em Caldas Novas e Rio Quente, analisando práticas como o reaproveitamento da água, tratamento de efluentes e iniciativas de sustentabilidade adotadas por empreendimentos locais. Além disso, pretende-se apresentar proposições relacionadas às hipóteses levantadas sobre o uso das águas termais na região, com base na análise das práticas atuais, impactos ambientais observados e desafios enfrentados na gestão sustentável desses recursos hídricos.

A metodologia utilizada na elaboração da pesquisa envolve o método dedutivo, descritivo e a pesquisa teórica, predominantemente. No tema a ser tratado, é feito o levantamento bibliográfico dos livros, artigos e notícias que abordem a temática, além de pesquisadores envolvidos com o assunto, quais sejam: José Elio Guimarães Campos, Leonardo de Almeida, Uwe Tröger, Florian Bauer e Fábio Floriano Haesbaert.

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, serão realizadas pesquisas, visando elucidação e aprimoramento das ideias centrais do tema trabalhado.

Busca-se responder o seguinte questionamento: Quais são as formas de explorar as águas termais nas cidades de Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás, Brasil? Como a água é reutilizada dentro dos clubes e hotéis de cada cidade e qual a destinação após o reuso?

Caldas Novas e Rio Quente fazem a exploração das águas termais como fonte de turismo, principal atividade que gera lucro, empregos e que movimenta a economia de tais cidades. Referidos municípios transformaram seus mananciais

hidrotermais em base para a infraestrutura de cidades para o turismo de lazer.

Portanto, a apropriação das águas termais pelos empreendimentos de lazer, e o uso do referido recurso é preocupante, contudo, a água termal pode passar por um processo de resfriamento e de rebaixamento do nível do sistema aquífero termal, supostamente pela falta de políticas públicas que estimule o uso sustentável desse recurso hídrico, e pela falta de investimentos em programas de reutilização da água para fins industriais e comerciais, pois a água tratada, depois de utilizada, é devolvida aos rios sem tratamento, em forma de efluentes, esgotos e, portanto, poluída.

O ato de acompanhar e fiscalizar a exploração e gestão das águas quentes pela atividade turística nas referidas cidades é de suma importância, para a construção de um ecoturismo sustentável, pois, trata-se de um recurso natural essencial, além de ser a matéria-prima da geração de riqueza e emprego desses grandes polos turísticos.

Espera-se que a pesquisa atinja os objetivos delineados e contribua para aprimorar o conhecimento sobre a exploração das águas termais e reaproveitamento de águas utilizadas nos polos turísticos como forma de melhorar a qualidade de vida e o meio ambiente em Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás Brasil.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral:**

Analisar as práticas de uso, gestão e conservação das águas termais nas cidades de Caldas Novas e Rio Quente, considerando seus aspectos econômicos, ambientais, legais e sociais, com ênfase na sustentabilidade dos aquíferos e na mitigação dos impactos decorrentes da atividade turística.

### **Objetivos Específicos:**

Identificar os principais usos turísticos e econômicos das águas termais nas duas cidades e sua influência na configuração territorial;

Examinar as estratégias adotadas pelos poderes públicos e pelas iniciativas privadas para a preservação e reutilização das águas termais, à luz das legislações ambientais vigentes;

Avaliar os efeitos da pandemia de COVID-19 sobre os aquíferos da região, com base em evidências de recuperação hídrica e alterações no padrão de exploração;

Analizar os desafios enfrentados pelos sistemas de fiscalização e monitoramento ambiental na verificação do cumprimento das normas de uso e reuso das águas termais;

Propor recomendações para o aprimoramento das políticas públicas de gestão das águas subterrâneas, com foco na sustentabilidade hídrica.

## **Capítulo 1. Concepções gerais básicas da construção da sociedade brasileira no ramo do turismo**

Este capítulo apresenta as concepções gerais básicas da construção da sociedade brasileira no ramo do turismo e seus principais atrativos, através da revisão bibliográfica, buscando identificar seus conceitos. Também apresenta um breve histórico, ressaltando como surgiu a atividade de turismo no Brasil com ênfase sobre os impactos ambientais e infraestrutura das cidades, e demonstra sua efetiva eficiência para o desenvolvimento de polos turísticos.

### **1.1 Sociedade brasileira no ramo do turismo**

O turismo é a atividade transformadora de economias e sociedade que mais cresce no mundo, destacando-se como geradora de emprego e renda de grande potencial de expansão, interferindo não só nos setores de hotelaria, alimentação e comércio diretamente relacionados a ele como também em outros setores produtivos gerando benefícios na qualidade de vida tanto para o turista como também para a população local. (BARBOSA & ZAMOT, 2004).

Após a Revolução industrial (1945) com a ampliação das vias terrestres de transporte é que tornou as viagens mais acessíveis facilitando o crescimento do fluxo de turistas no Brasil.

Entretanto, o turismo alavancou economicamente no Brasil, com o aumento de empreendimentos hoteleiros, estimulados pelos incentivos para investimentos oferecidos pela Empresa Brasileira de Turismo - EMBRATUR – criada em 1966, com

a missão de formular, coordenar e executar a Política Nacional do Turismo.

A expansão do turismo no Brasil acelera-se a partir da década de 1980, com mudanças nas políticas públicas incrementadas pela descentralização do planejamento econômico, assim com desenvolvimento de projetos responsáveis e sustentáveis, em consequência da liberação das economias nacionais, ou seja, a globalização. (BARBOSA E ZAMOT, 2004)

Em 1988 o turismo é contemplado na Constituição Federal brasileira que passa a atribuir responsabilidades específicas ao mesmo, nas diferentes esferas governamentais: Federal, Estadual e Municipal. (BENI, 2006).

A partir da década de 1990 o Estado assume uma postura de condutor e dinamizador, refletindo o caráter neoliberal da época, conduzindo a atividade turística por uma postura mais propositiva, aumentando significativamente ações, leis, políticas, decretos, projeto e, planos, inserindo relevantes questões como: competitividade, internacionalização e gestão descentralizada, na pauta pública do turismo. (MARANHÃO, 2017/2021)

Em 1996 foi elaborada uma Política Nacional de Turismo junto às autoridades públicas nacionais, sob a responsabilidade da Empresa Brasileira de Turismo - EMBRATUR iniciando-se o turismo como prática institucional e organizada. (GOMES, 2009)

Com o surgimento de novas dinâmicas institucionais, relevantes para a definição de políticas para o desenvolvimento do turismo nas escalas internacional, nacional, regional e municipal, o Brasil tem adotado modelos de planejamentos

urbanos, assegurando políticas práticas e sustentáveis com o intuito de minimizar os efeitos negativos do turismo sobre o uso de recursos naturais, infraestrutura, mobilidade e congestionamento, bem como, seu impacto sociocultural. O objetivo é reduzir as desigualdades sociais e regionais e integração dos polos turísticos aos outros setores econômicos do país. (CUNHA & CUNHA, 2005)

## **1.2 Planejamento urbano e ambiental nas cidades turísticas brasileiras**

No Brasil, a implantação de qualquer projeto, construção, atividade ou obra que seja potencial ou efetivamente degradadora do meio ambiente, deve ser apreciada com antecedência, quanto aos riscos e eventuais impactos ambientais negativos, tais como contaminação de cursos d'água e praias, poluição atmosférica, visual e sonora.

Através de diversos órgãos, com fundamento legal, o Governo, nos níveis Federal, Estadual e Municipal, exerce a tutela de proteção ao meio ambiente atendendo as exigências da Constituição Federal brasileira de 1988, mais especificamente em seus artigos 170, inciso VI e 225, *caput*:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

VI - defesa do meio ambiente;

O artigo supracitado, eleva a defesa do meio ambiente como princípio da ordem econômica estabelecida constitucionalmente e fundada na valorização do trabalho humano reforçando a dignidade humana, onde todos têm o direito ao meio

ambiente ecologicamente equilibrado nos termos do artigo 225, *caput*, da Constituição Federal.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O artigo 225 da Constituição, assegura a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. O bem de uso comum engloba os bens públicos e os bens privados. Retomando o princípio econômico como de grande importância, devendo estar em harmonia com todas as atividades públicas ou privadas, em prol do princípio da precaução e preservação do ecossistema local e global. (Araújo, 2008)

Sendo assim, em conformidade com legislações específicas sobre precaução e prevenção do meio ambiente exige correções, impõe multa, penalidades criminais e até com a possibilidade de encerrar as atividades do empreendimento, seja público ou privado, visando adotar todas as medidas possíveis para evitar ou corrigir danos eventuais, em benefício do meio ambiente e da sociedade.

A forma como as cidades turísticas vêm aumentando sua população torna-se urgente a necessidade de se construir uma infraestrutura moderna com aberturas de novas ruas e praças e adequar as já existentes em observação àquilo que irá ser construído, seus impactos ambientais a médio e longo prazo, pois o crescimento populacional e o fluxo de turistas que frequentam as cidades afetam diretamente o meio ambiente, onde o consumo deve ocorrer de forma sustentável. (MERLONE,

2012).

O crescimento populacional das cidades turísticas está diretamente relacionado com o que a cidade oferece e a valorização do meio ambiente, consumo econômico e possível incremento de novas correntes turísticas nas áreas nas quais se aplique uma política de sustentabilidade e a conservação dos recursos naturais.

Um dos fatores principais para a ocupação desordenada do solo, e apropriações indevidas de áreas ambientais de preservação, traz sérios danos e possíveis impactos para o meio ambiente.

Todo empreendimento humano na área de desenvolvimento, interfere diretamente no meio ambiente, apesar de que o crescimento socioeconômico é irreversível e imperativo, sendo por tal motivo, importante discutir e examinar os instrumentos adequados para minimizar os impactos ecológicos negativos compatibilizando-os custos sociais econômicos.

O efeito do crescimento populacional aumenta o uso dos recursos naturais, aumenta os processos industriais e a geração de resíduo urbano e consecutivamente o impacto ao meio ambiente – poluição do ar, água e solo.

Sendo assim, é importante utilizar os recursos naturais sempre pensando na consequência, qual seja o desequilíbrio ambiental, uma vez que há um grande crescimento populacional, dificilmente a região irá parar de crescer e assim aumentar os níveis de consumo e ocupação do solo.

Consta no Portal Ministério do Meio Ambiente (2021) que o planejamento das cidades no Brasil é prerrogativa constitucional da gestão municipal. No âmbito do meio ambiente urbano, os principais instrumentos de planejamento ambiental são o Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE, o Plano Diretor Municipal, o Plano de Bacia Hidrográfica, o Plano Ambiental Municipal, a Agenda 21 Local, e o Plano de Gestão Integrada da Orla.

Todos os planos setoriais ligados à qualidade de vida no processo de urbanização, como saneamento básico, moradia, transporte e mobilidade, também constituem instrumentos de planejamento ambiental.

Sendo assim, o planejamento urbano está cada vez mais inserindo variáveis ambientais. No passado tais processos de planejamento privilegiavam questões sociais e econômicas. É crescente as criações de projetos de habitações sustentáveis, captação de água de chuva para a irrigação, inserção de energia de fontes alternativas, consumo consciente, hortas comunitárias e usos de materiais recicláveis demonstrando essa tendência sustentável.

### **1.3 Turismo e desenvolvimento sustentável no Brasil**

O contato com a natureza constitui uma das maiores motivações das viagens turísticas. O ambiente natural vem ganhando uma grande importância na gestão do turismo de qualidade. (RUSCHMANN, 1997)

O turismo de qualidade constitui-se uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável de uma região, que induz o desenvolvimento de

infraestrutura à medida que promove a utilização de recursos naturais e culturais, dinamiza e integra o comércio local junto ao poder público.

Entre os setores associados ao turismo está o saneamento (água e esgotamento sanitário); fornecimento de energia; transporte; vias de acesso; e principalmente, a geração de emprego e renda e consequentemente, elevando o índice de qualidade de vida nas localidades onde se expande.

“O Turismo é uma atividade que produz espaços delimitados e especialmente destinados a um tipo de consumo – o consumo da natureza.” (RODRIGUES, 1996, p.55).

O turismo possui características equilibradas na produção de um determinado espaço geográfico, utilizando atributos naturais e culturais para atrair visitantes em busca de lazer e diferentes setores econômicos, tais como indústria, comércio, serviços, construção civil e mídia.

As belezas naturais, o patrimônio arquitetônico, festas populares, são as principais atrações do turismo. Sendo assim, é indispensável a preservação, controle e gestão dos atrativos, da infraestrutura, dos serviços, especificamente do ambiente. Pois, o turismo atrai um grande consumo de combustíveis, eletricidade, alimentos e outros recursos da água e da terra, gerando significativas quantidades de lixo no ambiente. (PIRES, 2024)

O turismo produz grande volume de lixo e esgoto. Os rios, o mar, os lagos, as margens de estradas, os caminhos e trilhas na natureza costumam ser os ambientes mais afetados pela destinação inadequada do lixo, do descarte de materiais e do

esgoto gerado pelos turistas.

O turismo, a partir do consumo do espaço, induz a reconfiguração social, cultural e espacial das localidades. Portanto, há de se alertar que onde há avanço do turismo há um recuo da natureza. A preocupação com o desenvolvimento turístico deve caminhar com a preocupação da preservação dos recursos naturais.

Ferreira e Pompéia (2005, p. 22) enfatizam que “a maioria dos pequenos e médios municípios ainda não possuem tradição de buscar alternativa de desenvolvimento que respeite suas características especiais, vantagens comparativas e melhoria da qualidade de vida”.

Esses aspectos são vistos como lacunas a serem preenchidas na implantação do turismo.

As ações futuras projetadas no planejamento do turismo sustentável devem incorporar a preocupação com a capacidade de sustentação dos lugares turísticos devido aos impactos ambientais e as formas de aproveitamento dos territórios onde ocorrerá o turismo. (DIAS, 2022)

Para atrair o turista, os recursos naturais de uma determinada região são manipulados e transformados em mercadorias alterando o espaço físico, a cultura e economia da região. As águas e campos são explorados e apropriados como áreas de lazer, tornando o turismo como uma atividade para um público específico, modificando a paisagem física e as relações sociais dos moradores da região que passam a ser atraídos para o ramo de comércio e prestação de serviços.

Foster (1992) alerta que toda atividade turística tem profunda relação com a natureza, pois os elementos da natureza são apropriados e transformados em mercadorias.

Portanto, torna-se imprescindível estimular um desenvolvimento harmonioso do turismo com o meio ambiente, a fim de que a atratividade dos recursos naturais não seja a causa de sua degradação.

No caso de Caldas Novas e Rio Quente, Goiás, Brasil, a mercadoria do turismo é as águas termais que atraem 12.747.102 visitantes/ano em busca de lazer e das propriedades terapêuticas do manancial ali existente.

A poluição da água nestes locais acertadamente resultará na decadência do turismo e dos inúmeros complexos recreativos, existentes no local.

## **Capítulo 2. Origem das Águas Termais nas regiões de Caldas Novas e Rio Quente**

Esse capítulo apresenta as características físicas da região de Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás, Brasil visando contextualizar as águas termais e seu ambiente de formação em face da adequação ao turismo focado na exploração das águas termais.

O calor e a pressão dos gases internos abriram rachaduras na rocha da base da montanha formando, assim, inúmeras fontes de “geysers” (jatos de água termal). Os jatos foram diminuindo de altura passando a borbulhar água quente e gases

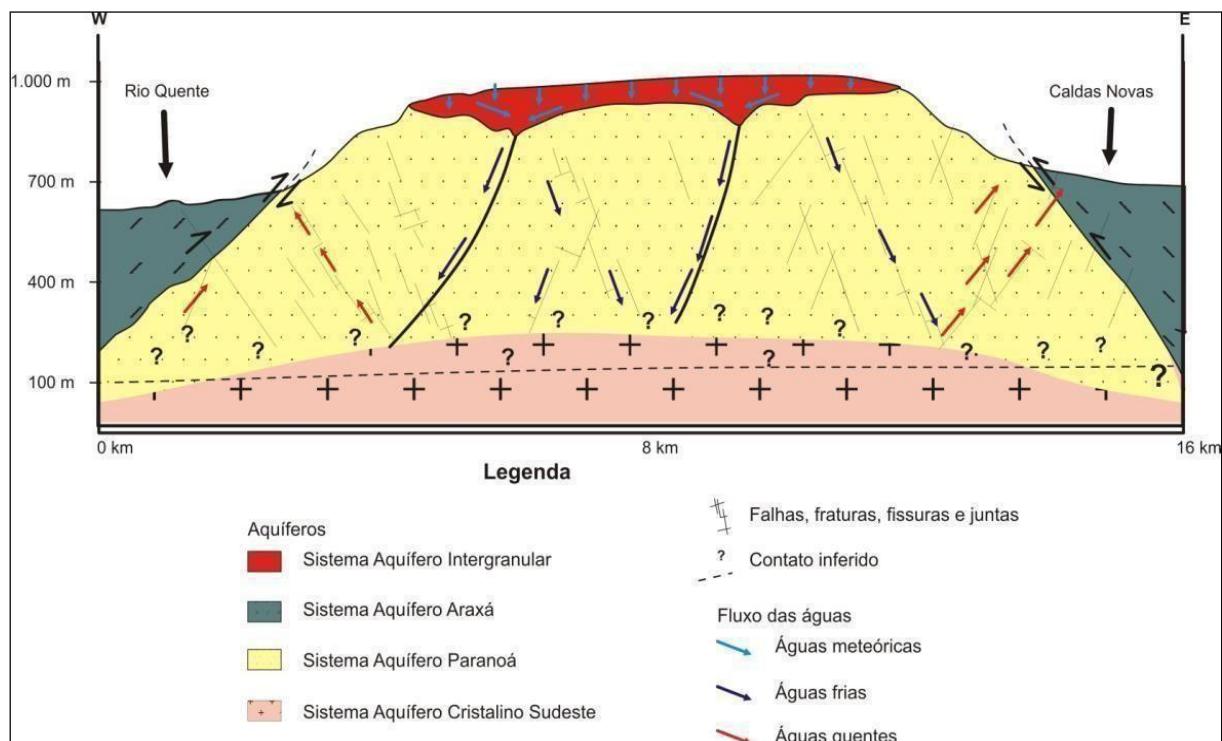
pelos furos e trincas na rocha, formando 25 nascentes de água termal, que formam o ribeirão de águas termais e, uns duzentos metros adiante, se transformava num rio de águas quentes. (Barbosa e Paranhos, 2014)

A descoberta desse local, se deu em 1722, por Bartolomeu Bueno da Silva Filho, que em busca de ouro, encontrou ao pé da serra as águas termais que brotavam de um dos lados da Serra, e insurgências que formaram um ribeirão de águas quentes, o qual deu o nome de Caldas Velhas. Posteriormente, outras insurgências, foram descobertas por Martinho Coelho em Caldas Novas, no lado oposto da serra nas Caldas de Pirapitinga, onde se forma uma lagoa quente.

Estudos geológicos iniciaram e trouxeram uma explicação científica, racional, para a origem das águas quentes, buscando desmitificar o vulcanismo, ao assegurar que:

As águas termais de Caldas Novas e o ribeirão de águas quentes, na cidade de Rio Quente, têm origem na formação de um lençol de grandes profundidades, onde as águas provenientes das chuvas percolam rochas que mantêm o grau geotérmico. Esse lençol possui vários locais de recarga e as águas das chuvas, ao penetrarem o solo, percorrem fissuras nas rochas e vão gradativamente se aquecendo, não se constituindo, dessa forma, suas origens no vulcanismo, mesmo porque não apresentam compostos de origem sulfurosa, como o enxofre. ((BARBOSA e PARANHOS, 2014)

**Figura 2. Modelo hidrogeológico para a região de Caldas Novas e Rio Quente, adaptado de Campos et al. 2000, Almeida et al. (2006) e Campos et al. (2009):**

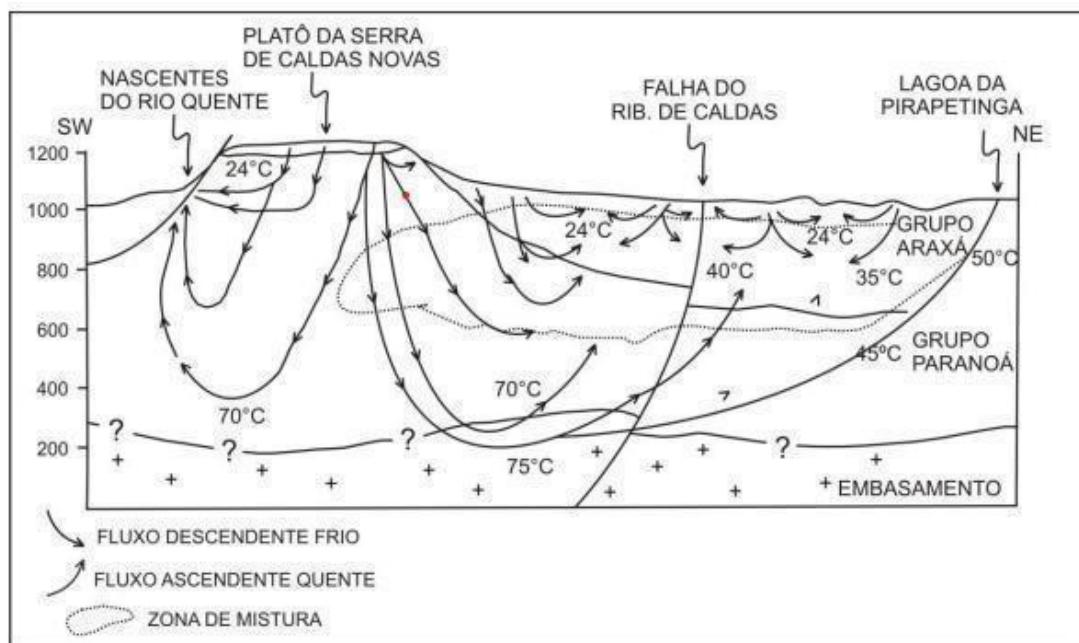


De acordo com os estudos geológicos as águas termais de Caldas Novas e o ribeirão de águas quentes, na cidade de Rio Quente, têm origem na formação de um lençol atingindo grandes profundidades de aproximadamente 1.000m (mil metros), onde as águas provenientes das chuvas ao penetrarem o solo alcançam através de rachaduras nas pedras e vão gradativamente se aquecendo e mantendo o grau geotérmico, não se constituindo, dessa forma, suas origens no vulcanismo, mesmo porque não apresentam compostos de origem sulfurosa, como o enxofre.

Podendo-se destacar vários relatórios técnicos com resultados pouco esclarecedores de que as águas termais de Caldas Novas e o ribeirão de águas quentes da cidade do Rio Quente têm origem na formação de um lençol atingindo profundidade de aproximadamente 1.000 (mil) metros, que as águas da chuva alcançam através de rachaduras nas pedras, mais especificamente na Serra de

Caldas. As águas aquecidas adquirem pressão e retornam à superfície por outras fendas e misturam-se chegando a temperaturas entre 34°C a 60°C e surgem no Rio Quente da cidade Rio Quente e na Lagoa de Pirapitinga em Caldas Novas, e são bombeadas em poços. (DEL REI SILVA, 2010).

**Figura 3. Variação de temperatura e trocas de calor potencial entre os aquíferos Paranoá e Araxá: (Almeida, 2011)**



**Figura 6.1 - Ilustração esquemática de variações de temperatura e trocas de calor potencial entre os diferentes reservatórios/aquíferos.**

As águas dos poços e das nascentes termais possuem temperaturas elevadas, originadas por águas superficiais que, ao infiltrar-se, são sobreaquecidas em consequência do aumento de temperatura. São águas muito ricas em sais minerais, por isso podem ser utilizadas no tratamento de várias doenças.

Campos *et al* (2009) ao realizarem análises químicas de águas de nascentes, de drenagens superficiais e de poços tubulares das águas termais da região de Caldas Novas e Rio Quente afirmam que estas estão vinculadas exclusivamente ao gradiente

geotérmico da região que alcança profundidades superiores a 1.000 (mil) metros; e que não existe qualquer relação das águas quentes com corpos magmáticos em profundidade.

Acaso existisse um aquecimento por magmatismo, as águas necessariamente apresentariam elevados teores de sólidos totais dissolvidos em diversas formas iônicas, no entanto, os resultados das análises realizadas apresentaram baixos teores.

Ainda segundo Campos *et al* (2009), este processo de penetração e retorno da água leva cerca de 1.000 (mil) anos. A alta temperatura da água tem efeito terapêutico no organismo humano porque estimula o relaxamento muscular e, assim, acalma e traz bem-estar às pessoas. Devido seu complexo químico-mineral alcalino, constituído de bicarbonato de cálcio e magnésio e, ainda fosfato de potássio, possui propriedades hidratantes, antioxidantes e anti-inflamatórias.

## **2.1 Formação das águas termais**

As águas termais de Caldas Novas e Rio Quente são nada mais que águas de chuvas que penetram no solo e descem em profundidade de cerca de 1.500 (mil e quinhentos) metros, através de grandes fraturamentos. No contato com as rochas, as águas são mineralizadas e aquecidas pelo fenômeno denominado gradiente geotérmico. O gradiente geotérmico é a taxa de variação de temperatura interna da terra, que pode ultrapassar cerca de 25°C por cada 1.000 (mil) metros de profundidade (aproximadamente a cada 33 metros rumo ao interior da Terra, há um aquecimento de 1°C ou 3°C por m). Essa variação modifica de local para local. (DEL' EL REI SILVA, 2010)

**Figura 4. Nascente termal observada em fratura aberta no quartzito maciço:**



Segundo informações fornecidas pela Associação das Empresas Mineradoras das Águas Termais de Goiás (AMAT) não há compostos de origem sulfurosa nas águas termais da Serra de Caldas, como o enxofre, o que anula a hipótese do vulcão.

Com base nas variações químicas, nas condições de circulação, nas temperaturas e nos tipos litológicos, foram determinados três sistemas de circulação da água da chuva, que infiltra e abastece o aquífero termal: Sistema Aquífero Paranoá, Sistema Aquífero Araxá e Aquífero Intergranular ou freático.

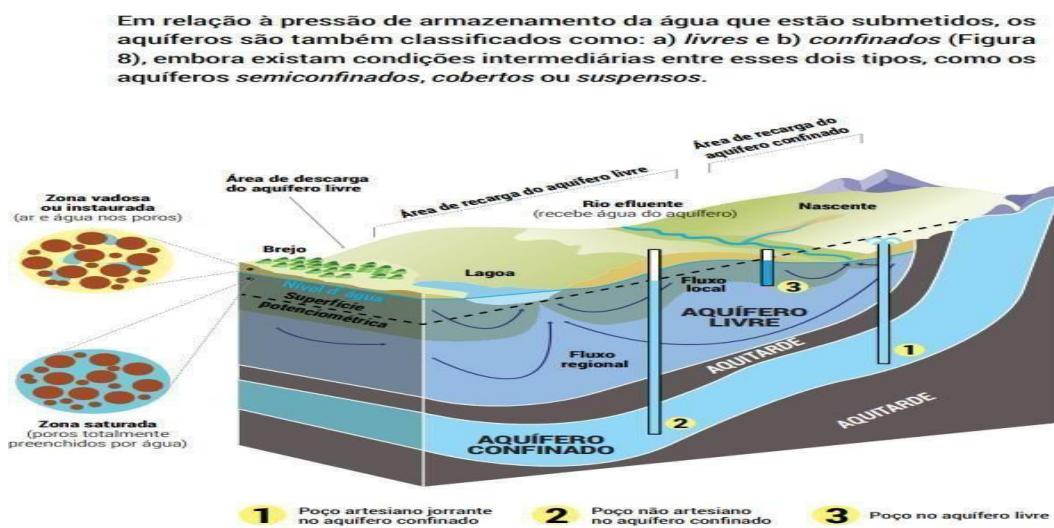
O sistema aquífero da região de Caldas Novas é dividido em poros e dois aquíferos fissurais conectados localmente. Os aquíferos não consolidados formam os horizontes de intemperismo dos folhelhos e quartzitos dos Grupos Araxá e Paranoá e dos depósitos fluviais sobrejacentes aos folhelhos Araxá. (BAUER, 2015).

Ressalta-se que aquífero é uma unidade de formação geológica porosa e permeável que retém águas da chuva o suficiente para permitir sua infiltração e escoamento nos poros ou espaços vazios de um lugar a outro, sob a ação de um diferencial de pressão hidrostática, para que, aos poucos, abastecer rios, lagos, nascentes, e poços. São os aquíferos que mantêm estáveis os cursos de águas superficiais e evitam transbordamentos pela absorção da água da chuva.

### **Figura 5. Funcionamento de um aquífero:**

Águas Subterrâneas na Política Nacional de Recursos Hídricos (volume 5)

[http://biblioteca.ana.gov.br/sophia\\_web/acervo/detalhe/93469](http://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/93469) pag 43



Um aquífero envolve uma área de grande receptação de água, armazenando no subsolo. Podem ser classificados de várias formas, de acordo com o armazenamento da água. Na região de Caldas Novas e Rio Quente – GO/BR, há três importantes aquíferos, responsáveis pela captação de águas superficiais na Serra de Caldas.

O sistema aquífero da região de Caldas Novas é dividido em poros e dois

aquíferos fissurais conectados localmente. Os aquíferos não consolidados formam os horizontes de intemperismo dos folhelhos e quartzitos dos Grupos Araxá e Paranoá e dos depósitos fluviais sobrejacentes aos folhelhos Araxá. (BAUER, 2015)

### **Figura 6. Corte Hidrogeológico esquemático dos aquíferos:**

Os condutores minerais são constituídos pelos quartzitos do Grupo Paranoá e pelos xistos do Grupo Araxá (Fig. 20). Na Serra de Caldas existem até 60 metros de espessura

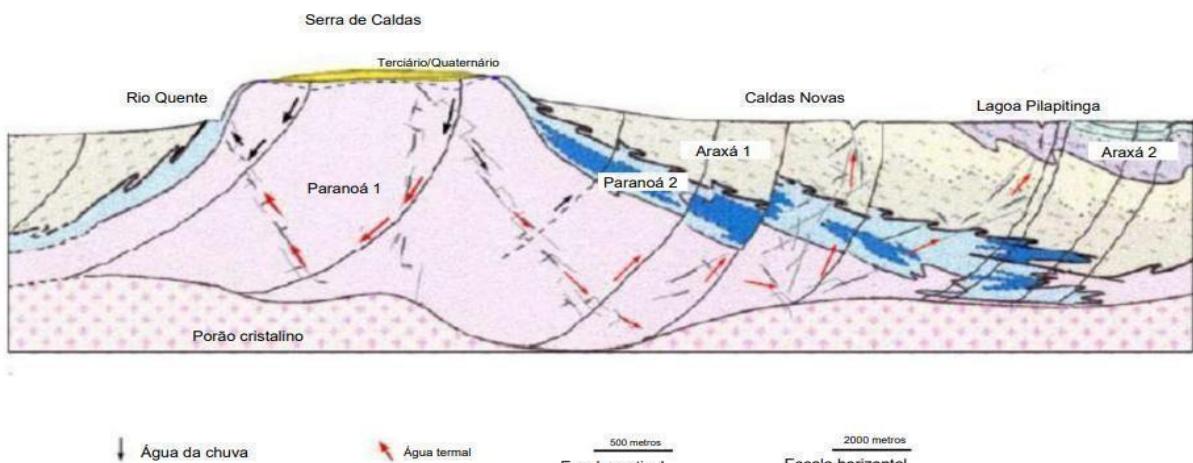


Figura 20: Corte hidrogeológico esquemático do sistema aquífero de Caldas Novas, Vilela et al. (2000)

Nesses modelos esquemáticos do fluxo da água subterrânea, destaca-se os três sistemas de circulação da água da chuva que infiltra nas rochas: Sistema Aquífero Araxá, Sistema Aquífero Paranoá que e Sistema Aquífero Intergranular Freático.

Referidos aquíferos armazenam as águas da chuva no subsolo em uma grande quantidade de água, suficiente para abastecer o aquífero termal na Serra de Caldas e Lagoa Pirapetinga conhecida como Lagoa Quente, responsáveis pelo sistema de aquecimento das águas.

Entretanto, é na Serra de Caldas, que a água da chuva de baixa temperatura escoa e arrefece o subsolo contra o gradiente geotérmico de profundidade. Na medida que esta água penetra no subsolo, ela aquece retornando a superfície. A temperatura

das águas subterrâneas aumenta de acordo com o gradiente de profundidade geotérmica, e sobem para a superfície de acordo com o gradiente de pressão.

### **2.1.2 Aquífero Araxá**

O sistema de circulação de água, denominado aquífero de Araxá, possui recarga em volta da Serra de Caldas e com cotas acima de 720 metros, originam a maior parte das águas de Caldas Novas Goiás com temperatura entre 38 a 40°C. É caracterizado pelos aquíferos fraturados, essencialmente livres, frios ou termais e associados às rochas do Grupo Araxá, sobrepostos, controlados por zonas de fraturamentos, muito heterogêneos e anisotrópicos. Suas águas são quimicamente mineralizadas. (Campos *et al.* 2009)

As águas frias são associadas às zonas fraturadas com recarga direta pela infiltração de águas meteóricas a partir do sistema intergranular e relacionados às duas primeiras centenas de metros dos xistos do Grupo Araxá.

As águas termais do aquífero Paranoá confinado, ao encontrar fratura nos xistos, sobem e misturam-se as águas do Aquífero Araxá, elevando a temperatura das mesmas. Os poços termais apresentam temperaturas entre 35°C e 49°C. (ALMEIDA, 2011)

Em algumas áreas, o Grupo Araxá confina o sistema Paranoá, e este último tem uma carga potenciométrica elevada. Assim, quando essas águas aquecidas encontram as zonas fraturadas do Araxá elas sobem e se misturam com as águas frias, compondo o Subsistema Araxá termal, com temperaturas intermediárias entre 35°C e 49°C. (Campos *et al.* 2009)

O Grupo Araxá corresponde a totalidade da região plana nas bordas da

Serra de Caldas, composto por xistos Muscovita-biotila, quartzo-xistos e quartzitos micáceos. A água subterrânea porosa da região da Serra de Caldas é formada pelos produtos de intemperismo da ardósia Araxá. O movimento da água ocorre em grande parte através de fraturas. O contraste de competência entre os xistos Araxá mais macios e os quartzitos Araxá também influencia o fluxo de água.

A borda inferior do aquífero Araxá é muito mais variável em altitude (sic). Os estratos inconformados de Araxá elevam-se em direção à Serra de Caldas até se cunharem ao longo da falha de impulso em seu flanco. O afloramento situa-se a uma altitude de aproximadamente 650 metros acima do nível do mar. Ao redor da Serra, os quartzitos e ardósias descem com ângulos de incidência em torno de 20-30° e atingem uma altitude de cerca de 0 m acima do nível do mar na maior distância da Serra (...) (Bauer, 2015, p. 118)

Devido ao curso vertical das superfícies de separação, o aumento da permeabilidade é direcionado verticalmente. Em áreas sob tensão tectonicamente, a água pode subir a partir da base (Tröger, 2007, apud Bauer, 2015).

### **2.1.3 Aquífero Paranoá**

O sistema de circulação da água, denominado aquífero Paranoá é composto por intercalações de xistos feldspáticos ou não, além de gnaicess de origem paraderivada. Permite a descida de água em profundidades de até 1.500 metros, atingindo cerca de 75°C. Essas águas sobem, após aquecidas, e constituem as águas da Pousada do Rio Quente e as águas dos poços profundos com maiores temperaturas de Caldas Novas (59°C).

O Aquífero Paranoá é formado por aquíferos fraturados contidos nas rochas

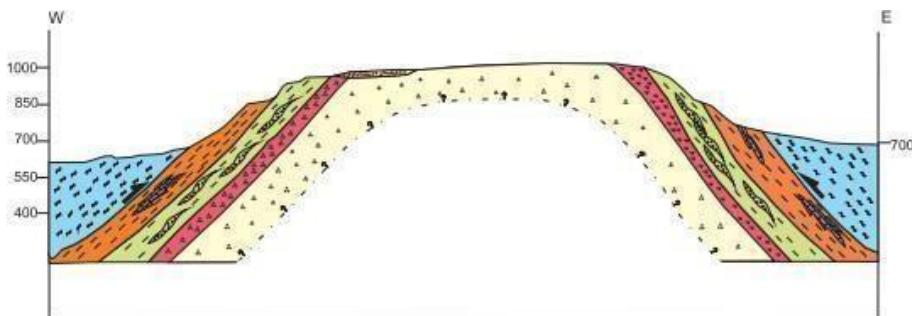
do Grupo Paranoá e podem ser livres ou confinados, frios ou termais, anisotrópicos, heterogêneos e com extensão lateral controlada pelos grandes lineamentos. São classificados como confinados quando as suas fraturas são recobertas pelos xistos (aquitardes confinantes) do Grupo Araxá.

Quando livre, como acontece no topo da Serra de Caldas Novas, o sistema Aquífero Paranoá normalmente é formado por fluxos descendentes de águas frias, uma vez que sua superfície potenciométrica é a mais alta na região e suas águas drenadas a partir do subsistema P1 (água de precipitação) poroso e livre o qual permite que a água infiltre nas fraturas das rochas do Grupo Paranoá, e ser direcionada para diferentes regimes de fluxos, entre eles o fluxo em grandes profundidades que aquecem as águas geotermicamente transformando-as em termais.

Semelhante ao aquífero Araxá, o escoamento das águas no aquífero Paranoá ocorre através dos sistemas de descontinuidades. As fissuras no aquífero Paranoá são em alguns casos mais extensas do que no aquífero Araxá. A área de recarga do aquífero Paranoá é a Serra de Caldas (Tröger, 2007, apud Bauer, 2015)

Devido à superfície relativamente plana do terreno fora da Serra, todas as elevações no aquífero Paranoá ocorrem na forma de redução de espessura no aquífero Araxá. Principalmente em Caldas Novas, a redução é significativa em 350 metros. O aquífero poroso composto por rochas soltas terciárias e quaternárias forma a camada superficial da Serra de Caldas. A sua importância reside principalmente na capacidade de infiltração das águas pluviais na Serra. (Bauer, 2015, p. 120)

**Figura 7. Seção geológica esquemática representando um corte leste-oeste na porção central da Serra de Caldas:**



**Grupo Areado - Eocretáceo**

Ortocoaglomerados grossos a médios com ventifacts

**Grupo Araxá - Neoproterozóico**

Muscovita-biotita xistos; quartzo-xistos e quartzitos micáceos.

**Grupo Paranoá - Meso/Neoproterozóico**

Unidade Pelito-carbonatada - metargilitos e metassilitos com mármore subordinados

Unidade Metarrítimica - intercalações de quartzitos e metapelitos (sequência rica em SCS, HCS e estratificações sigmoidais)

Unidade Quartzito Argiloso - quartzitos imaturos, argilosos, vermelhos e laminados

Unidade Orthoquartzitos - quartzitos maduros, limpos, brancos e silicificados

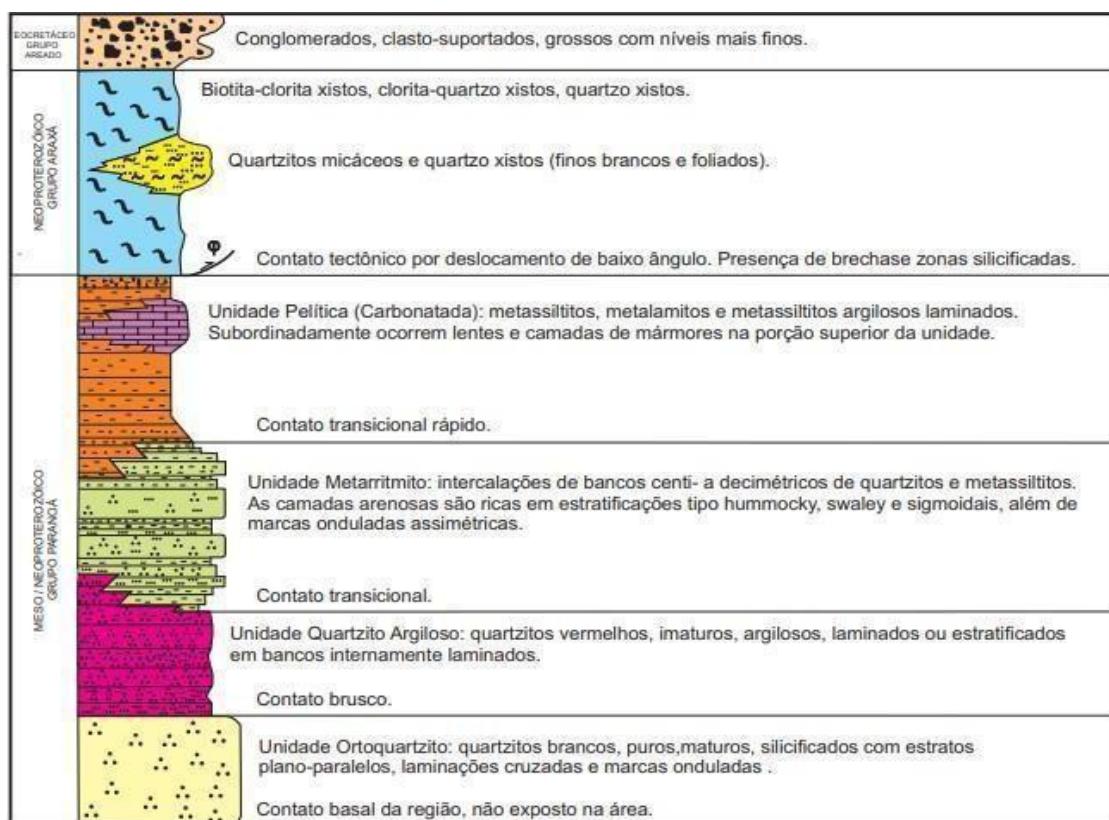
**Figura 5 - Seção geológica esquemática representando um corte leste-oeste na porção central da Serra de Caldas.**

**Figure 5 - Schematic geologic east-west cross section of the central portion of the Caldas Range.**

Na parede suspensa do aquífero Paranoá, no entorno da cidade de Caldas Novas, existem mármore pouco permeáveis que atuam como inibidores de águas subterrâneas e criam condições tensas no aquífero Paranoá. O excesso de pressão nas águas subterrâneas inferiores alivia a pressão através das fissuras verticais na região de Caldas Novas no Aquífero Araxá. (BAUER, 2015)

As diferenças dos Grupos Paranoá e Araxá refletem na densidade de fraturas, por isso o Grupo Araxá possui densidades de fraturas inferiores ao Paranoá confinando-o. (Campos *et al.* 2009) A produção do aquífero Paranoá mais profundo é quantitativamente inferior à do aquífero Araxá. Cerca de um quarto da produção do aquífero Paranoá é produzida no aquífero Araxá.

**Figura 8. Estratigrafia da região das águas termais:**



**Figura 4 - Estratigrafia da região das águas termais do sudeste do estado de Goiás.**

**Figure 4 - Stratigraphy of the thermal Water region in the southern portion of Goiás State, Brazil.**

#### 2.1.4 Aquífero Intergranular ou Freático

O sistema denominado aquífero Intergranular ou freático caracterizado por águas frias e pouco mineralizadas. São aquíferos de natureza, livre, poroso, contínuos lateralmente, de ampla extensão, com espessura saturada variável e de grande importância hidrogeológica local.

O aquífero freático filtra o volume de água para os aquíferos fraturados subjacentes, favorecendo a recarga dos aquíferos e regularizam a vazão de base das drenagens superficiais nos períodos de recessão de precipitações pluviométricas. Suas águas são frias e pouco mineralizadas. (Campos *et al.* 2000)

## **2.2 Aquecimento da água**

As águas termais de Caldas Novas e Rio Quente estão vinculadas exclusivamente ao gradiente geotérmico, ou seja, a variação da temperatura do interior da Terra em relação à profundidade, da região onde a área de recarga se encontra na Serra de Caldas.

O hidrotermalismo na região de Caldas/Rio Quente baseia-se em uma grande rede de fraturas que alcança grandes profundidades e promove um ciclo contínuo de aquecimento das águas que infiltram nas áreas de recarga. Uma das mais importantes áreas de recarga é a Serra de Caldas, com os aquíferos Paranoá e Araxá, em razão de sua localização estar em topografia mais elevada e por apresentar uma espessa cobertura de latossolos, que possui importante papel na absorção primária das águas das chuvas e consequente transferência para os aquíferos profundos. Após a infiltração da água na área de recarga, a água fria descendente empurra as águas quentes que sobem para a superfície devido a diferenças de pressão e densidade (ALMEIDA et al., 2006).

A temperatura da água é variável, numa mesma vertical, nos primeiros quilômetros da crosta terrestre e depende da condutibilidade térmica das rochas, da proximidade do foco térmico, da estrutura das rochas e da morfologia.

O aquecimento das águas na região de Caldas Novas e Rio Quente está vinculado exclusivamente ao gradiente geotérmico da região e a principal área de recarga está situada no topo da Serra de Caldas constituído de um grande platô, as laterais com encostas que formam muralhas naturais. (CAMPOS et al., 2009 e CADAMURO et al., 2000)

A Serra de Caldas é formada por rochas que na área do seu topo,

armazenam e mineralizam a água que através de rachaduras desce para o subsolo até o lençol freático com temperatura bastante elevada. Sendo assim, é fundamental no que diz respeito a reposição de água nos aquíferos Araxá e Paranoá, através da infiltração de chuvas no solo, e principalmente na manutenção do reservatório de águas termais, devido as suas ótimas condições para a recarga e ao elevado gradiente potenciométrico. Razão que justifica todo o cuidado na abordagem do assunto e nas condições que possam interferir no seu equilíbrio natural. (CADAMURO *et al*, 2000)

Por constituir uma reserva ambiental protegida, pelo Parque Estadual da Serra de Caldas - PESCAN, a Serra de Caldas tem se mantido incólume às ações antrópicas, sem modificações do meio ambiente provocadas por atividade humana, sendo apenas vítima periódica de ações negativas como queimadas acidentais ou criminosas.

O Parque (PESCAN) ocupa uma área em formato elíptico de 12.315,36 ha, com eixos de 15 e 9 kms, situada a 1.043 metros de altitude em relação ao nível do mar, incluindo o topo que é constituído de um grande platô, as laterais com encostas que formam muralhas naturais, com pequenas cascatas e cursos d'água na sua borda e nas encostas, explorados pelo turismo ecológico. (Almeida & Sarmento, 1998).

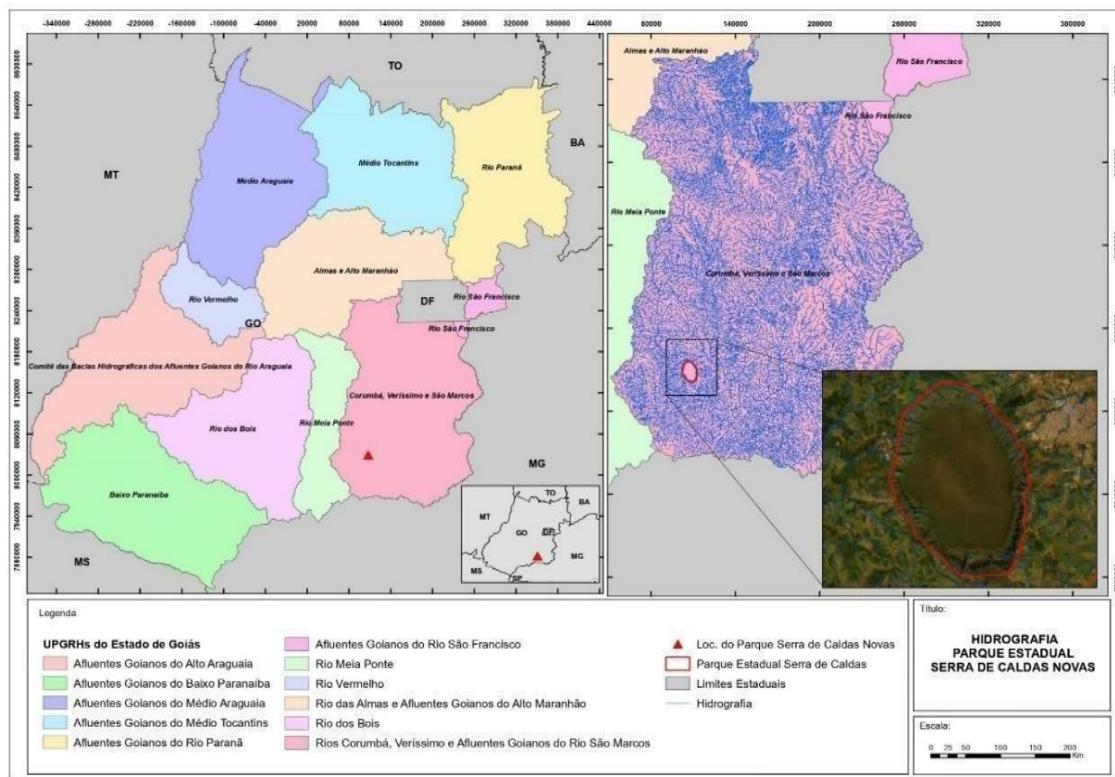
## **2.3 Características da região de Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás, Brasil**

O turismo é uma atividade que possui destaque na Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRH - principalmente na região dos Municípios de Caldas Novas e Rio Quente, que está inserida na região hidrográfica do rio Paranaíba (CNRH 2003) e em sua maior parte ocupa os interflúvios dos rios Corumbá

e Piracanjuba, afluentes da margem direita do rio Paranaíba (Haesbaert & Costa 2000).

A Serra de Caldas Novas é formada por rochas que armazenam e mineralizam a água, que por sua vez é aquecida pelo calor da terra e retornam através de nascentes termais e poços tubulares profundos que abastecem o turismo das regiões de Caldas Novas e Rio Quente.

**Figura 9. Hidrografia do Parque Estadual da Serra de Caldas:**



O clima da região é do tipo cerrado brasileiro, ou seja tropical, com temperaturas médias que variam de 23°C a 32°C. Ocorrem duas estações climáticas por ano, a estação seca, que dura aproximadamente cinco meses (de maio a outubro) e a estação chuvosa, no restante do ano (de outubro a maio) (Eiten, 1994).

A região de Caldas Novas e Rio Quente é composta 99% pelo bioma Cerrado, um dos maiores ecossistemas do Brasil, que sozinho representa 5% da fauna e da flora mundiais e 23% do território brasileiro, cujas principais características são os grandes arbustos e as árvores esparsas, de galhos retorcidos e raízes profundas.

A região é rica em biodiversidade, apresentando diferentes formações vegetacionais. Entre essas, incluem-se as formações florestais com árvores, arbustos tortuosos, formações campestres com gramíneas e espécies herbáceas. Destaca-se que a região, também possui veredas, com buritis, e os campos rupestres, com afloramentos rochosos.

O relevo do ecossistema é variado, com planícies, chapadas e planaltos. Por isso é muito comum encontrar diversas cachoeiras, grutas e mirantes naturais em vários pontos da Serra de Caldas.

A fauna da região de Caldas Novas e Rio Quente é muito rica. Dentre as diversas espécies de animais típicas da região, são encontradas onça-pintada, lobo-guará, tatus, macaco, tamanduá-bandeira, jaquaré-tigre e seriemas. Também possui pássaros de variadas espécies.

Na Serra de Caldas concentra a maior parte da área onde é feita a recarga do aquífero, de onde sai toda a água que mantém os parques aquáticos e hotéis das cidades de Caldas Novas e Rio Quente, maior estância hidrotermal do mundo, reconhecida internacionalmente como um dos melhores destinos turísticos.

No que diz respeito ao solo do Cerrado de Caldas Novas e Rio Quente, este é formado por rochas que armazenam e mineralizam as águas termais dividido em cambissolos, latossolos, argissolos e neossolos.

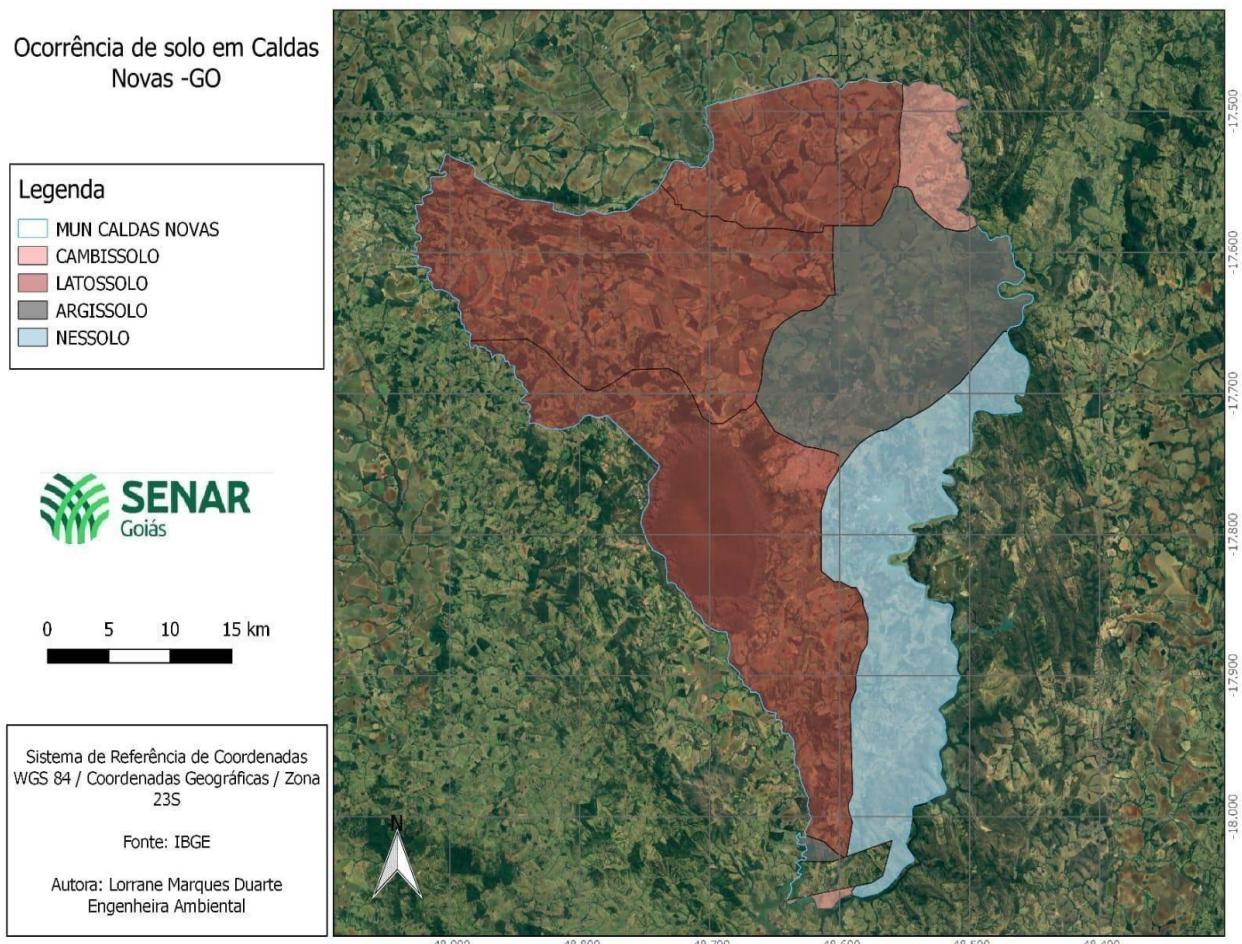
Cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam aos requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos e Organossolos. Têm sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R.

Latossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico.

Argissolos diz respeito aos solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico.

Neossolos são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

**Figura 10. Caracterização do solo da região Caldas Novas e Rio Quente:**



Na região de Caldas Novas e Rio Quente, a vegetação é rica e densa, com jequitibás, jatobás, angicos, ipês, aroeiras, canelas e paineiras. Na Serra de Caldas, há cachoeiras, trilhas e diversas espécies de animais nativos. O Parque Estadual de Caldas Novas – PESCAN – protege a vegetação da Serra que repõe os aquíferos que abastecem fontes minerais quentes, além de proteger diversas cachoeiras e mirantes naturais.

O Parque estadual da Serra de Caldas é uma unidade de conservação em Goiás, Brasil, que visa proteger a fauna, flora e mananciais e entorno da região de Caldas Novas e Rio Quente. Está localizado a 162 km da capital de Goiás, Goiânia, e a 188 km de Uberlândia-MG, a 781 km de São Paulo-SP e a 303 km de Brasília- DF.

O clima da região é classificado como tropical quente e úmido, com chuvas de verão que duram, geralmente, três meses, e com uma estação seca que perdura durante o resto do ano. A temperatura é agradável durante todo o ano, com muito calor no verão e pouco frio no inverno.

#### **Planilha 1. Dados históricos de precipitação:**

#### **DADOS HISTÓRICOS DE PRECIPITAÇÃO**

DESCRICOES	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL PRECIPITAÇÃO (mm)
2009	353,0	312,9	429,8	108,4	58,9	7,8	8,6	33,2	50,8	105,2	212,3	292,6	1973,5
2010	116,6	227,2	178,6	32,4	0,0	1,6	0,0	0,0	0,2	79,2	147,0	264,0	1046,8
2011	261,8	104,6	57,7	66,2	0,0	5,0	0,2	0,0	0,2	210,6	119,0	185,6	1010,8
2012	225,0	22,8	162,4	60,4	38,4	71,0	22,6	0,0	46,2	66,4	65,6	0,6	781,4
2013	222,4	76,8	66,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	22,2	261,6	325,8	281,7	1257,9
2014	151,6	274,2	343,8	103,8	12,4	1,2	86,4	2,4	38,4	57,6	38,4	38,4	1148,6
2015	187,8	379,5	362,4	249,0	35,4	0,0	8,0	0,0	160,8	189,9	195,9	247,2	2015,9
2016	670,8	247,2	239,4	3,0	141,6	0,6	12,0	3,6	13,8	67,8	83,7	93,6	1577,1
2017	219,2	193,2	172,2	156,0	86,4	0,0	0,0	0,0	15,0	60,4	329,2	226,4	1458,0
2018	230,2	150,0	103,8	99,6	4,1	0,0	0,0	0,0	52,5	188,5	384,3	94,5	1307,5
2019	102,2	199,9	299,0	6,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,4	5,6	194,8	249,2	1059,7
2020	307,3	379,2	57,4	97,8	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	243,8	120,7	455,2	1664,9
2021	297,2	292,1	84,3	29,5	2,8	3,6	0,0	0,0	18,5	386,8	268,5	295,9	1679,2
2022	283,5	324,4	71,1	15,7	7,4	0,0	0,0	0,0	76,4	71,2	120,4	233,6	1203,7
2023	255,6	120,8	148,4	79,7	0,0	3,2	0,3	12,6	10,4	155,9	193,3	102,9	1083,1
2024	240,3	207,8	393,0	23,1	23,1								887,3

#### **Gráfico 1. Comparativo da precipitação anual (2009 a 2024):**

#### **COMPARATIVO DA PRECIPITAÇÃO ANUAL (2009 a 2024)**

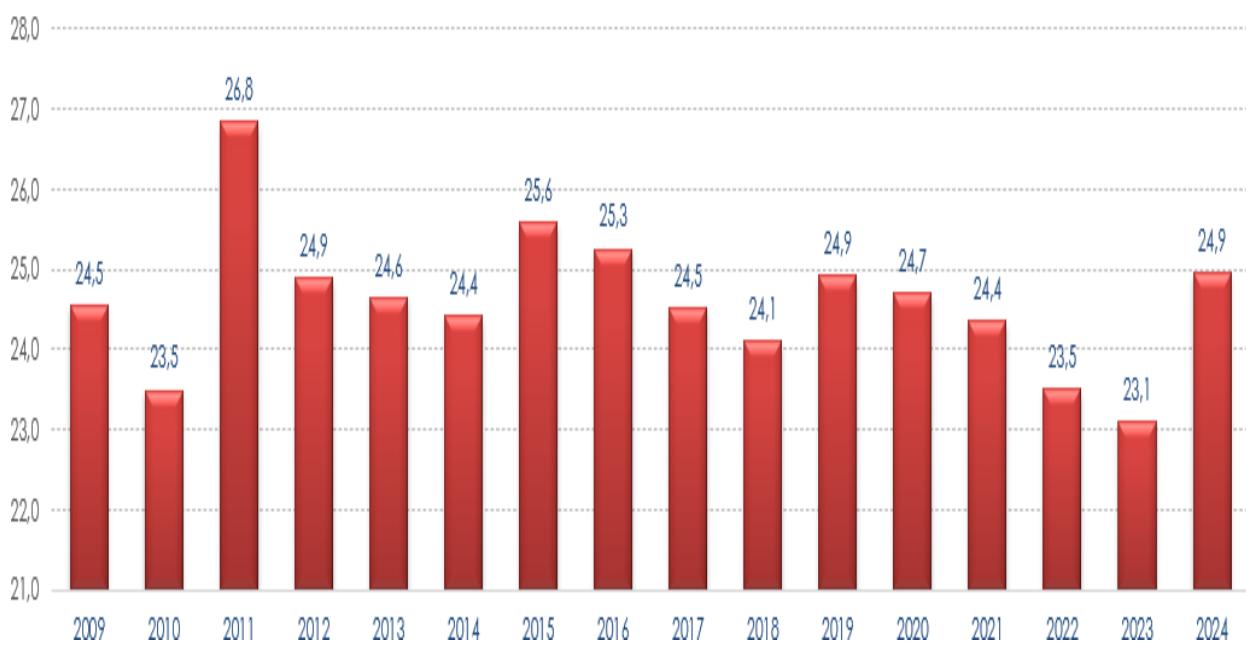


**Planilha 2. Dados históricos de temperatura:**

DADOS HISTÓRICOS DE TEMPERATURA													
DESCRICOES	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiô	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL TEMPERATURA (°C)
2009	25,1	25,3	25,4	23,9	23,2	21,3	23,3	24,4	26,0	25,9	26,6	24,2	24,5
2010	22,0	22,8	22,1	26,9	23,8	22,1	24,0	24,6	27,7	22,8	21,1	21,9	23,5
2011	30,0	28,9	27,2	26,4	23,7	24,4	27,1	29,9	-	26,5	25,6	25,4	26,8
2012	22,9	25,7	26,6	25,1	22,5	23,0	22,5	24,1	27,1	27,7	25,5	26,0	24,9
2013	26,6	24,9	26,3	-	-	22,5	21,1	23,1	26,2	25,8	25,3	24,6	24,6
2014	21,5	26,2	25,3	22,9	21,6	-	21,0	24,1	25,6	28,5	26,2	25,6	24,4
2015	28,0	25,7	24,6	25,5	23,6	23,2	23,9	25,7	21,5	31,3	27,4	26,6	25,6
2016	21,5	26,7	26,4	26,8	22,1	22,9	23,2	26,5	28,3	27,6	25,2	25,8	25,3
2017	25,5	25,9	22,9	24,6	24,6	22,9	21,7	25,8	27,3	25,9	23,6	23,5	24,5
2018	23,6	23,8	24,4	23,7	22,3	23,1	22,6	24,3	25,8	25,8	24,2	25,5	24,1
2019	25,9	24,7	24,6	24,2	23,3	22,4	21,4	24,9	28,8	27,7	25,8	25,2	24,9
2020	25,1	24,3	25,2	23,8	21,3	22,5	23,3	24,4	28,6	26,9	25,7	25,2	24,7
2021	24,7	24,0	24,1	23,4	22,5	21,8	20,6	25,5	29,1	25,9	25,7	24,9	24,4
2022	24,5	24,2	25,5	24,9	21,5	22,2	23,6	24,7	23,7	24,1	21,6	21,4	23,5
2023	21,3	22,7	21,8	22,2	19,8	18,8	22,6	22,1	24,9	26,6	27,6	26,7	23,1
2024	24,9	25,1	25,2	25,6	23,9								24,9

**Gráfico 2. Comparativo da precipitação anual (2009 a 2024):**

**COMPARATIVO DA MÉDIA DE TEMPERATURA ANUAL (2009 a 2024)**



### **2.3.1 Caldas Novas Goiás, Brasil**

Historicamente, Caldas Novas, foi descoberta no século XVIII, pelo bandeirante Bartolomeu Bueno da Silva, que chegou com sua comitiva na região à procura de ouro.

Em 1722, Bartolomeu Bueno da Silva, o filho do bandeirante Anhanguera, ao se adentrar pelos sertões goianos, descobriu, no entorno de uma serra, um ribeirão das águas quentes que lhe despertou interesse. Ao acompanhar o curso desse ribeirão até a sua nascente, encontrou vestígios de ouro. Resolveu, portanto, contornar a serra para o lado do ocidente, descobrindo assim, outras fontes termais. Depois de encontrado o ouro, Bueno prosseguiu viagem, deixando praticamente no esquecimento as águas quentes.  
(Enciclopédia dos Municípios Brasileiros, 1965 p. 30)

Nesse sentido:

Bartolomeu Bueno da Silva, em 1722, descobriu as fontes principais de Rio Quente, mas não encontrando grandes riquezas em ouro seguiu para outros locais para fundar as primeiras povoações do Estado de Goiás, como o arraial de Santana, hoje cidade de Goiás.  
(ELIAS, 1994, p.40)

Veja-se que no ano de 1722, apesar de descobrir em torno da serra de Caldas as várias nascentes de águas termais, não foi dada importância a suas propriedades, pois sua intenção estava voltada para a exploração de ouro, que não foi encontrado em abundância.

Contudo, no ano de 1777, o bandeirante Martinho Coelho de Siqueira, chega na região de Caldas Novas, a procura de ouro e pedras preciosas, tendo encontrado ouro fixou residência nas margens do Córrego das Lavras, posteriormente

denominado Corrégo Caldas.

Um dos fatores para que Martinho Coelho de Siqueira fixasse residência ali foi o ouro farto, nas margens do Córrego Caldas, na época denominado Córrego das Lavras. As minas de ouro multiplicavam-se. Apossando-se de uma gleba de terra de cerca de 40 km<sup>2</sup>, tomou posse das terras na margem esquerda do Córrego Caldas e de toda a terra da margem direita, acima das nascentes. (COSTA, 2008, p. 78)

O bandeirante Martinho Coelho de Siqueira descobre por acaso a Lagoa Quente do Pirapitinga com potencial aproveitamento econômico. O acaso se deu quando os cães do bandeirante, caíram nas fontes termais e se escaldaram, fazendo grande barulho e chamando a atenção de seu dono.

Ressalta-se a lagoa quente possui entre 30 a 36°C de temperatura, com vazão de 50.000 (cinquenta mil) litros por hora, é formada por 4 nascentes termais, com vazão de 8.000 (oito mil) litros por hora. Essas nascentes estão entre as mais quentes de toda região chegando a 57°C capaz de cozinhar ovos. (ALBUQUERQUE, 1996, p.26) E, por isso são denominadas “Poços Cozinha Ovos”.

Os “Poços Cozinha Ovo”, estão localizados às margens do rio Pirapitinga, que, por sua vez, se situam dentro do complexo Lagoa Termas Parque. Ressalta-se que o nome “cozinha ovos” é originário do fato de que muitas pessoas cozinharam ovos no local.

O início da exploração das águas termais foi para fins terapêuticos. A região passou a ser conhecida pelo poder curativo das águas termais, gradativamente aumentou a circulação de pessoas portadoras de diversidade de doenças em busca

de cura, tais como artrites, gastrite, disfunções reumáticas, nefrites e afecções articulares, alergias, nevralgias, afecções do nervo ciático e diminuição da pressão arterial.

Com o aumento dos visitantes que vinham de diversas regiões do Brasil Caldas Novas tornou-se arraial, posteriormente povoado, tornando-se distrito em 1851, elevando-se a categoria de vila em 1911, e a categoria de cidade em 1923. (CATELAN, 1991, pg. 60).

Ressalta-se que embora a descoberta das águas quentes se deu em 1722 e sua exploração em 1777, e a primeira “casa de banho” de Caldas Novas foi construída pelo major Victor de Ozeda Ala, somente no ano de 1910, exclusivamente para seus familiares e amigos.

Dez anos mais tarde, em 1920, os herdeiros do major Victor e o médico Ciro Palmerston construíram em sociedade um Balneário Público que foi demolido em 1935 para erguer o Balneário Municipal, que passou a ser administrado pela prefeitura da cidade no ano de 1940 e que ainda encontra em funcionamento, com 10 (dez) salas totalmente novas para o banho

Na década de 1960, com construção da Pousada do Rio Quente que na época era pertencente ao município de Caldas Novas e a construção dos três primeiros grandes empreendimentos (CTC) Caldas Termas Clube, Country Clube e Tropical Theras, despertou o interesse dos empreendedores imobiliários para o turismo das águas termais. Passando a atrair as pessoas não somente pelo poder terapêutico das águas termais, mas também para o lazer.

Na década de 1970 a cidade recebeu investimentos financeiros para a

infraestrutura necessária para o turismo: hotéis, estradas, comércio, estação rodoviária, bem como marketing. Desse modo a cidade tornou-se atrativa também pela oferta de trabalho. Década em que a cidade de Caldas Novas passa a ser conhecida internacionalmente como a maior estância hidrotermal do mundo.

Um dos pontos responsáveis pelo referido título e desenvolvimento turístico de Caldas Novas foi a construção da Capital Federal - Brasília:

O principal fator de desenvolvimento da região Centro-Oeste, sem dúvida alguma, foi a construção de Brasília, no período de 1956 a 1960, durante o governo do presidente Juscelino Kubistcheck. Este visitou Caldas Novas pela primeira vez em 1962, quando era candidato ao senado por Goiás. A proximidade da capital federal (cerca de 300 km) foi a principal força propulsora no desenvolvimento turístico da região das águas termais de Goiás. A abertura de rodovias, principalmente, colocou a região dentro do roteiro de todos os que buscam conhecer Brasília. (ALMEIDA E SOUZA, 2001, p. 37)

Com a construção de Brasília-Distrito Federal, foram abertas rodovias onde o Município de Caldas Novas estava incluído no roteiro das pessoas que viajavam no intuito de conhecer a Capital Federal do Brasil, beneficiando a cidade de Caldas Novas tornando-a conhecida por suas águas termais com propriedades medicinais, que compõem o maior manancial hidrotermal do mundo.

Por ter propriedades terapêuticas, sobretudo para o lazer e descanso de milhares de pessoas, Caldas Novas se tornou um grande polo turístico nacional e internacional, onde o número de visitantes na cidade gira em torno de 12.747.102 pessoas por ano, possui 79 mil leitos e 19 mil unidades de hospedagem, conforme informação adquirida na Secretaria Municipal de Turismo de Caldas Novas Goiás em dezembro de 2021. Toda a sua economia está voltada para turismo.

Sem dúvida, o principal atrativo de Caldas Novas é o fenômeno das águas termais, provenientes das camadas profundas do subsolo, quando afloram à superfície, trazem em dissoluções sais minerais e gases, que pelas suas composições físico-químicas, possuem comprovadas propriedades terapêuticas, relaxantes, além de proporcionar muito lazer. (Paulo, 2005)

### **2.3.2 Rio Quente Goiás – Brasil**

A história do município de Rio Quente se funde com a história de Caldas Novas, pois até 1988 pertencia a Caldas Novas, localiza-se na microrregião Meia Ponte, pertencente à mesorregião Sul Goiano. Faz parte da Região Goiana das Águas Quentes.

Em 1962, Ciro Palmerston Guimarães adquiriu uma fazenda no pé da Serra de Caldas Novas dando início a construção de um balneário com o objetivo de explorar as águas termais. Entretanto, dois anos mais tarde, no ano de 1964, com sua morte, seus herdeiros deram continuidade ao seu ideal construindo o grande empreendimento denominado Pousada do Rio Quente, liderado por Waldo Xavier, genro do Dr. Ciro Palmerston, proporcionando o surgimento do Distrito do Rio Quente (NOGUEIRA, 2002, p. 11)

Até meados de 1980 a região onde estava localizada a Pousada do Rio Quente, fazia parte do município de Caldas Novas. Portanto, diante de pressão dos sócios e funcionários da Pousada do Rio Quente, da política local e da população do entorno do complexo, surgiu a disputa política de emancipação do município de Caldas Novas que na ocasião era o atrativo turístico da cidade de Caldas Novas.

A disputa pelo desmembramento da região da Pousada do Rio Quente com Caldas Novas, durou três anos, quando em 1988 a cidade de Rio Quente foi emancipada deixando de ser distrito caldasnovense, mesmo sob indignação dos políticos regionais, contrários à decisão, alegavam que referida emancipação seria o surgimento de uma cidade-hotel, sem infraestrutura, voltada apenas para o complexo turístico, e sem qualquer interferência da cidade de Caldas Novas.

De fato, o município do Rio Quente, é voltado para as atividades desenvolvidas o Rio Quente Resorts, antiga Pousada do Rio Quente. Pois nada foi construído em prol do desenvolvimento da cidade. Apenas construções de ampliação e aprimoramento da infraestrutura do complexo. (Paulo, 2005)

No entanto, a cidade Rio Quente, possui infraestrutura limitada, com comércio e número de casas restrito, se for considerado como um município voltado para turismo. O ponto turístico da cidade não se encontra no centro, e sim em um bairro denominado de Esplanada, distante a 6 km da área edificada da cidade, onde se localiza o complexo turístico e diversos empreendimentos que subsidiam o Grupo Aviva, além de abrigar outros estabelecimentos de hospedagem, comércio e de serviços voltados ao turismo.

O que torna esse município diferente é o seu bairro mais famoso e de grande relevância para toda a cidade, o bairro Esplanada, que apesar da distância se sobrepõe em importância e até supera o centro. É uma experiência muito interessante percorrer o caminho que leva do bairro Esplanada até o centro do município. A sensação que se tem é a de estar em uma viagem e que em definitivo são duas cidades distintas. Nada é passível de identificação entre um espaço e outro. São como que opostos. Nada em comum ou em correlação existe que identifique os espaços como pertencentes ao mesmo lugar. (Gomes, 2009, p. 112)

O bairro Esplanada territorializa, ambienta e vive a mobilidade turística do município do Rio Quente. Contudo, o centro histórico da cidade em si não mantém um contato direto com a dinâmica deste bairro, ocorrendo um processo de segregação socioespacial e divisão territorial do trabalho.

As águas termais constituem um recurso natural que possibilitou o município, especificamente o bairro Esplanada se tornar um dos principais destinos turístico do Brasil, que se baseia na potencialidade de capitalização das águas termais do ribeirão quente formado por 25 nascentes termais, ao pé da Serra de Caldas que, atraem visitantes brasileiros e estrangeiros.

A nascente do ribeirão quente o qual deu o nome a cidade do Rio Quente, e abastece todo o complexo turístico do bairro Esplanada, está localizada no Parque das Fontes, dentro do complexo Rio Quente *Resorts* – Pousada do Rio Quente - e, logo abaixo, forma o lago até o Hot Park considerado o maior parque do Brasil em sua categoria.

O Parque das Fontes, como o próprio nome já diz, é o local onde estão as 25 nascentes de águas termais que brotam a 38°C e abastecem todo o complexo do Rio Quente *Resorts*. São várias piscinas naturais, com águas cristalinas, divididas no terreno em declive separadas por quedas controladas, barreiras, pontes e pedras.

Ressalta-se que as piscinas naturais de águas cristalinas do complexo são abastecidas por 25 nascentes de águas quentes que somam uma vazão constante de 6.228 m<sup>3</sup>/h. A atividade turística no município somente se desenvolve nesse lugar, por ser monopolizado pelo empreendimento Rio Quente *Resorts*.

As nascentes do rio das águas quentes abastecem o Complexo de Rio Quente, cuja captação é outorgada pelo Decreto nº 69.142, de 30 de agosto de 1971, retificado pelo Decreto nº 75.196, de 08 de janeiro de 1975, não apresentando validade de concessão. O volume de água utilizada pelo complexo é de aproximadamente 140 m<sup>3</sup>/h; a geração de efluente é na ordem de 30.000 m<sup>3</sup>/mês. (Fonte: Relatório EIA do Complexo “Mixed Use” do Rio Quente Resorts, 2012, p.80)

O rio quente é resultado do processo geotérmico, nasce das 25 nascentes de água quente na base da Serra de Caldas, percorre um trecho de aproximadamente 14 quilômetros dentro do Município de Rio Quente, que somam uma vazão constante de 6.228 m<sup>3</sup>/h, ou seja, 150 milhões de litros de água por dia.

Salienta-se que desde a sua criação e emancipação o município de Rio Quente vem sofrendo a pressão da especulação imobiliária, com a transformação de áreas rurais em loteamentos de chácaras e urbanos. (GEO GOIÁS, 2002, p. 91). Como importante polo turístico do Estado de Goiás, é visitado anualmente, por mais de 12.747.102 visitantes/ano (região de Caldas Novas e Rio Quente) entre brasileiros e estrangeiros.

Em suma, as cidades do Rio Quente e Caldas Novas, ambos Goiás, Brasil são exemplos de desenvolvimento turístico.

No dizer de Paulo (2005) isso se deu porque:

A ampliação do complexo hoteleiro marcou uma nova etapa para o desenvolvimento de Caldas Novas e para a atividade turística na região. Mas também é de suma importância analisar o complexo hoteleiro como precursor do desenvolvimento de tal atividade, a Pousada do Rio Quente, que atualmente é um ícone, quando nos referimos aos resorts presentes no Brasil. (PAULO, 2005, p. 26).

O acentuado marketing sobre a possibilidade de melhoria nas condições de vida, bem como a fama de que Caldas Novas e Rio Quente são grandes polos turísticos do interior do Brasil atraem turistas de todo mundo.

Diante desse conhecimento relacionado à história e evolução das cidades, objeto de estudo, principalmente no setor turístico e da origem das águas quentes é que se deu a curiosidade de analisar a respeito da preservação das águas termais, enquanto elemento natural e como recurso hídrico.

Caldas Novas e Rio Quente exploram seus mananciais hidrotermais como fonte de turismo de lazer, que movimenta a economia local. Porém as águas termais correm o risco de passar por um processo de resfriamento e de rebaixamento do nível do sistema dos aquíferos Araxá e Paranoá, supostamente pela falta de políticas públicas que estimule o uso sustentável desse recurso hídrico, pela falta de investimentos em programas de reutilização da água.

A utilização do lençol termal de forma indiscriminada e o descarte diário desta água pelos empreendimentos, especificamente pelas piscinas em todo o município de Caldas Novas e Rio Quente (GO/BR) é prejudicial sugerindo responder o seguinte questionamento: 1. Quais são as formas de explorar as águas termais nas cidades de Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás, Brasil? 2. Como a água é reutilizada dentro dos clubes e hotéis de cada cidade e qual a destinação após o reuso?

Portanto, manter esse patrimônio significa contribuir com a preservação deste recurso natural tão raro e com o desenvolvimento socioeconômico das cidades de Caldas Novas e Rio Quente, consideradas detentoras de uma das maiores estâncias hidrotermais do mundo, por um processo natural, várias fontes de água termal que brotam no chão dessa região, localizadas no Sudeste do estado de Goiás, que por sua

vez é a Região Centro-Oeste do Brasil.

### **Capítulo 3. Ações governamentais que regulamentam e planejam a exploração das águas termais em Caldas Novas e Rio Quente (BR/GO)**

Esse capítulo apresenta algumas ações governamentais que regulamentam e planejam a exploração das águas termais das regiões objeto do estudo, visualizando principalmente a adequação dessas ações com a Política Nacional de Recursos Hídricos, que propõe uma gestão integrada e descentralizada desses recursos.

#### **3.1 Legislação Federal, Estadual e Municipal sobre águas subterrâneas brasileiras**

Os recursos naturais constituem elementos da natureza. O direito deve proporcionar normas protetoras contra os fatores negativos e distribuir, com justiça os custos da proteção e dos danos que esses fatores causam, devido à interferência das comunidades na proteção do homem de tais ameaças e porque é inviável agir sobre a natureza apenas como um recurso, esquecendo seus efeitos negativos sobre o homem. (VALLES, 1994)

No Brasil, existe uma legislação vasta em matéria de Direito ambiental. Destaca-se a Constituição Federal de 1988 que trata o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado *erga omnes* - para todos – ou seja, consagra o bem ambiental como bem difuso - de uso comum - protegido por um direito que visa assegurar um interesse transindividual – indivisível -, de que sejam titulares pessoas indeterminadas e ligadas por circunstâncias de fato (PIVA, 2000).

O artigo 21, XIX, da referida Constituição determina como competência da União "instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direito de seu uso". As águas subterrâneas, conforme artigo 26, I da Constituição Federal de 1988 são consideradas bens dos Estados-membros, a quem competirá legislar sobre sua gestão e proteção.

A Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, inspirada no modelo francês, caracterizada por descentralização de ações, contra uma concentração de poder e determina os princípios básicos praticados em todos os países que avançaram na gestão de seus recursos hídricos. (FIORILLO, RODRIGUES E NERY, 2007)

Como fundamentos básicos, a referida lei apresenta instrumentos para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Podendo-se destacar o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água e a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos.

A Lei 9984/2000, "dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de Coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - CONAMA, e dá outras providências". A ANA é uma autarquia que tem como atribuição principal a outorga do direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União e fiscalização relativa ao uso dos recursos hídricos.

Outra lei que merece destaque é a Lei nº 6.938/1981 – que estabelece a

Política Nacional do Meio Ambiente - , e cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que por sua vez cria várias Resoluções, dentre elas cita-se algumas, como:

1. Resolução nº 001/1986, que disciplina o impacto ambiental, das alterações em propriedades, que incluem os empreendimentos de turismo;
2. A Resolução nº 274/2000, que dispõe sobre os critérios de balneabilidade em Águas brasileiras; e
3. Resolução nº 357/05 trata da classificação das águas superficiais em doces, salobras e salinas no território nacional, estabelece parâmetros de classificação e limites de despejos de efluentes para mananciais hídricos.

### **3.2 Licenciamento e concessões para exploração das águas termais**

O licenciamento sob o regime jurídico das autorizações e concessões para exploração das águas termais de Caldas Novas e Rio Quente faz-se pelos Regimes de Autorização de Pesquisa e de Concessão ou licença de alvarás de Lavra, conforme previstos no Decreto-lei nº 227/1967 - Código de Mineração, regulamentado pelo Decreto nº 9406/2018, e Decreto-lei nº 7.841/1945 - Código de Águas Minerais e respectivos regulamentos e legislações correlatas complementares.

O Código de Águas Minerais em seu artigo 36 disciplina que: “As fontes de água mineral serão classificadas, além do critério químico, pelo seguinte:”

- 1º) Quanto aos gases  
(...)
- 2º Quanto à Temperatura

- I – Fontes frias, quando sua temperatura for inferior a 25°C;
- II – Fontes hipotermais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 25 e 33°C;
- III – Fontes mesotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 33 a 36°;
- IV – Fontes isotermais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 36 e 38°C;
- V – Fontes hipertermais, quando sua temperatura for superior a 38°C.

Para a abertura e exploração da água quente é necessária a portaria de lavra e o licenciamento ambiental para o poço e, ainda, a licença para o aproveitamento da água, imprescindível para toda a cadeia exploratória da água termal.

Primeiro faz-se o requerimento de pesquisa, com a apresentação do Plano de Pesquisa, Memorial descritivo da área e Projeto construtivo da captação, ao receber o alvará de Pesquisa parte-se para elaboração do Relatório de pesquisa com Informações geológicas detalhadas, Análise oficial da água (LAMIN/CPRM), Teste de capacidade de produção (teste de vazão) e Estudo de Área de Proteção da Fonte. Com o relatório concluído parte-se para o Requerimento de lavra com apresentação da Licença ambiental e do Plano de aproveitamento econômico, e finalmente a Concessão de lavra com exigência de Análise e aprovação dos rótulos, Vistoria de lavra e Análise oficial da água a cada 3 (três) anos.

**Figura 11. Fluxo outorga (ANM):**



### **3.3 Monitoramento das águas termais**

A Independência do Brasil, proclamada em 7 de setembro de 1822, marcou um ponto de ruptura importante na história do país, com a separação formal do Brasil em relação à Coroa Portuguesa. Esse evento não apenas alterou a estrutura política e administrativa, mas também teve impactos significativos nas questões econômicas, incluindo a posse das terras e os direitos sobre os recursos naturais. Com a independência, as propriedades no Brasil passaram a ser de responsabilidade dos proprietários locais, e o domínio da coroa portuguesa sobre as terras foi abolido.

No entanto, a organização jurídica e o regime de propriedade no Brasil sofreriam outra grande transformação com a Proclamação da República em 1889. A partir desse momento, a Constituição de 1891 estabeleceu um novo marco legal, definindo que o proprietário do solo também seria proprietário do subsolo, o que significava que os recursos minerais que estavam abaixo da terra passaram a ser de domínio do proprietário do terreno. Essa mudança visava estabelecer um novo ordenamento para a exploração dos recursos naturais e garantir maior autonomia aos proprietários de terras.

Com a Constituição de 1934, houve uma modificação importante nesse entendimento. A nova constituição determinou que as jazidas mineralógicas já descobertas pertenciam aos proprietários das terras, mas para que pudessem ser exploradas, os proprietários precisavam solicitar uma concessão ao governo por meio do Decreto de Lavra e Manifesto de Mina. Isso estabeleceu um procedimento formal para a exploração mineral, criando uma regulamentação para garantir que a extração dos recursos fosse devidamente controlada pelo Estado.

Caldas Novas foi um dos primeiros locais a viver essa transição. O processo de requerimento para a exploração de fontes de água termal na região teve início em 1935, com os mineradores que atuavam no balneário municipal e na Lagoa Quente. Esses primeiros pedidos para a exploração das águas termais foram um reflexo da crescente demanda e da necessidade de regulamentar o uso dessas fontes como recurso econômico e turístico.

Mais tarde, em 1969, a Pousada do Rio Quente, uma das principais atrações turísticas da região, solicitou o Decreto de Lavra para explorar as águas termais da área, um processo que foi formalmente aprovado em 1971 através do Decreto nº 69142. Esse decreto estabeleceu as condições legais para a exploração das águas termais de forma regulada, abrindo caminho para o desenvolvimento de um dos maiores polos turísticos do Brasil, e marcando a importância das águas termais desta região no cenário nacional.

Assim, a trajetória da propriedade e exploração dos recursos naturais no Brasil reflete as transformações políticas e jurídicas do país, desde a independência até o regime republicano, com destaque para as mudanças nas constituições e os mecanismos de regulamentação do uso dos recursos, como as águas termais, que desempenham um papel fundamental na economia e no turismo de diversas regiões.

As águas termais de Caldas Novas e Rio Quente foram exploradas em surgências naturais até a década de 1960. A partir daí o DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, passou a participar de vários projetos e pesquisas, constatando perfurações de inúmeros poços realizados de forma indiscriminada com um grande rebaixamento na superfície potenciométrica do sistema aquífero termal. (Andrade, 2012)

Em 1979, iniciou um monitoramento contínuo desse sistema aquífero, com medição da temperatura da água, medição da vazão e medição do nível estático dos poços, que resultou na recuperação de aproximadamente 30 metros no nível de água do sistema aquífero.

Nesta época, o abastecimento urbano captava água termal de 2 poços artesanais, conforme processo judicial 0033803.68, datado de 1995, que cita Ação Civil Pública anterior, proposta pelo Ministério Públilco Federal em apoio ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) contra o Saneamento de Goiás - SANEAGO - e o Município de Caldas Novas, senão veja-se:

O Município de Caldas Novas, mediante a competente autorização legislativa, Lei Municipal nº 387/76, de 30 de dezembro de 1976 (doc. incluso), o Município de Caldas Novas — GO, concedeu à Saneamento de Goiás S/A — SANEAGO, mediante o contrato de concessão AJ-031/77, firmado em data de 16 de junho de 1977, a exploração dos serviços de água e esgotos sanitários da cidade de Caldas Novas — GO.

Referida concessão foi feita à concessionária com absoluta exclusividade, pelo prazo de 25 (vinte e cinco) anos, para que a concessionária promovesse, obrigatoriamente, estudos, elaborasse projetos, executasse obras de implantação, ampliação ou melhoria dos respectivos sistemas, zelando pelos trabalhos de operação e manutenção, e com direito de arrecadar as taxas ou tarifas correspondentes. (Art. 1º, Lei Municipal nº 387/76, doc. incluso).

Percebe-se que, o Município de Caldas Novas foi autorizado a outorgar a concessão da exploração dos serviços de água e esgoto sanitário, nos estritos limites da lei que autorizou a outorga da concessão.

Consta no artigo 4º da Lei Municipal nº 387/76, cujo original se encontra anexa à contestação, nos autos principais, o seguinte:

Art. 4º— Não poderá a concessionária utilizar, para suas atividades de abastecimento e escoamento, de água termal ou mineral de real valor. (g.n.)

E, no Contrato de Concessão AJ-031/77 (fls. 17/21 dos autos), obedecendo aos ditames da Lei Municipal que autorizou a outorga da concessão dos serviços de água e esgotos sanitários à SANEAGO, consta na Cláusula Décima:

CLÁUSULA DÉCIMA — Não poderá a concessionária utilizar, visando o abastecimento à população e para o escoamento de esgotos, de água termal ou mineral.

Todavia, consoante comprovam as inclusas cópias fotostáticas dos autos nº 00.6702-4/1, referente aos Autos da Ação Civil Pública ajuizada pelo Ministério Público Federal junto à 1ª Vara da Seção Judiciária da Justiça Federal do Estado de Goiás, em desfavor, dentre outros, da Saneamento de Goiás S/A — SANEAGO. Desde o ano de 1986, a SANEAGO vinha sendo notificada pelo Departamento Nacional da Produção Mineral — DNPM, a não realizar a exploração de água termal para o abastecimento da população de Caldas Novas - GO.

Referida ação foi, ao final, julgada procedente, e a SANEAGO, juntamente com os demais Requeridos, dentre eles inclusive o Município de Caldas Novas - GO, foi condenada a não mais utilizar água termal para o abastecimento da comunidade de Caldas Novas - GO, além de compor as perdas e danos.

A proibição da exploração de água termal, tinha como objetivo evitar

rebaixamento do lençol termal, mas a SANEAGO não cumpriu o contrato nesse sentido, preferiu comprometer o meio ambiente.

E em 1996, após detectado um rebaixamento de mais de 50 metros na superfície potenciométrica do sistema aquífero Araxá, o DNPM publicou a Portaria nº 127/1996 que determinou o fechamento de poços ilegais, e suspendeu a outorga de novas concessões ou licença de alvarás de pesquisa para exploração da água termal nos Municípios de Caldas Novas e Rio Quente. Atual Portaria da ANM nº 72/2018, prorrogou a referida suspensão até 05/02/2028. (Andrade, 2012)

- SITUAÇÃO DOS POÇOS E NASCENTES TERMAIS OUTORGADOS  
EM 1996 A ANM SUSPENDEU NOVOS ALVARÁS)

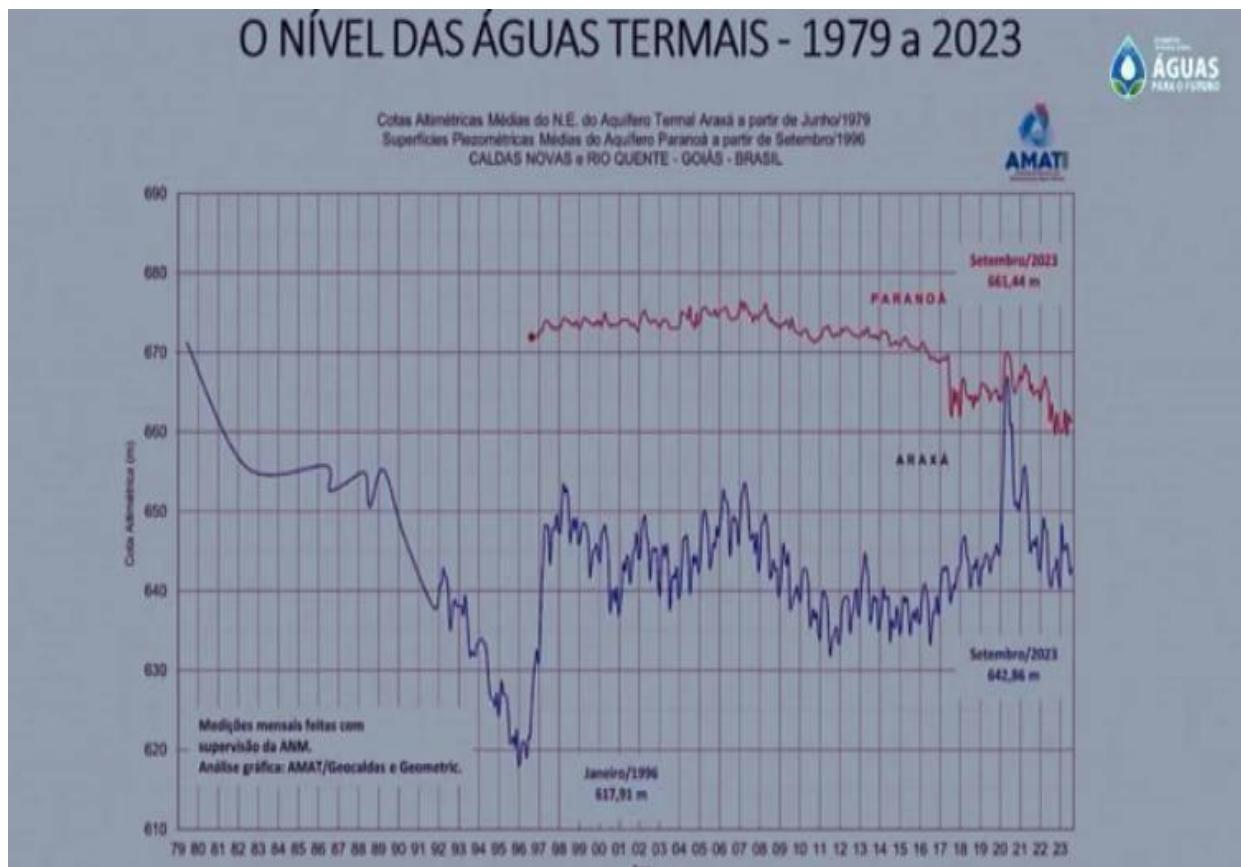
CALDAS NOVAS	RIO QUENTE	REGIÃO DA LAGOA DE PIRAPITINGA
145 Poços termais	2 Poços termais	6 Poços termais
Nascentes desapareceram	25 Nascentes	2 Nascentes principais
400 l/s	1100 l/s	Lagoa

A citada portaria estabelece um limite de perfuração de no máximo 2 (dois) poços tubulares de água mineral e/ou termal por licenciado e obrigatoriedade de instalação de equipamentos aferidos para o controle da vazão nos poços profundos de água mineral e/ou termal dos municípios estudados. A ANM realiza mensalmente o monitoramento do aquífero, com o apoio da Associação dos Mineradores de Águas Termais do Estado de Goiás - AMAT/GO.

Nesse monitoramento é feita a leitura de hidrômetros, medição da temperatura da água, da vazão e do nível estático de todos os poços termais que se encontram operação das duas cidades, cerca de 150 poços. Com os resultados obtidos, tem-se:

a evolução da temperatura da água nos poços ao longo do tempo, cujas variações podem indicar problemas na construção do poço ou perda de calor do sistema e dados de vazão acumulada, permitindo o cálculo da taxa de exploração de água termal por poço e consequentemente por sistema aquífero.

**Figura 12. Gráfico do Nível dos Aquíferos Araxá e Paranoá: (AMAT)**



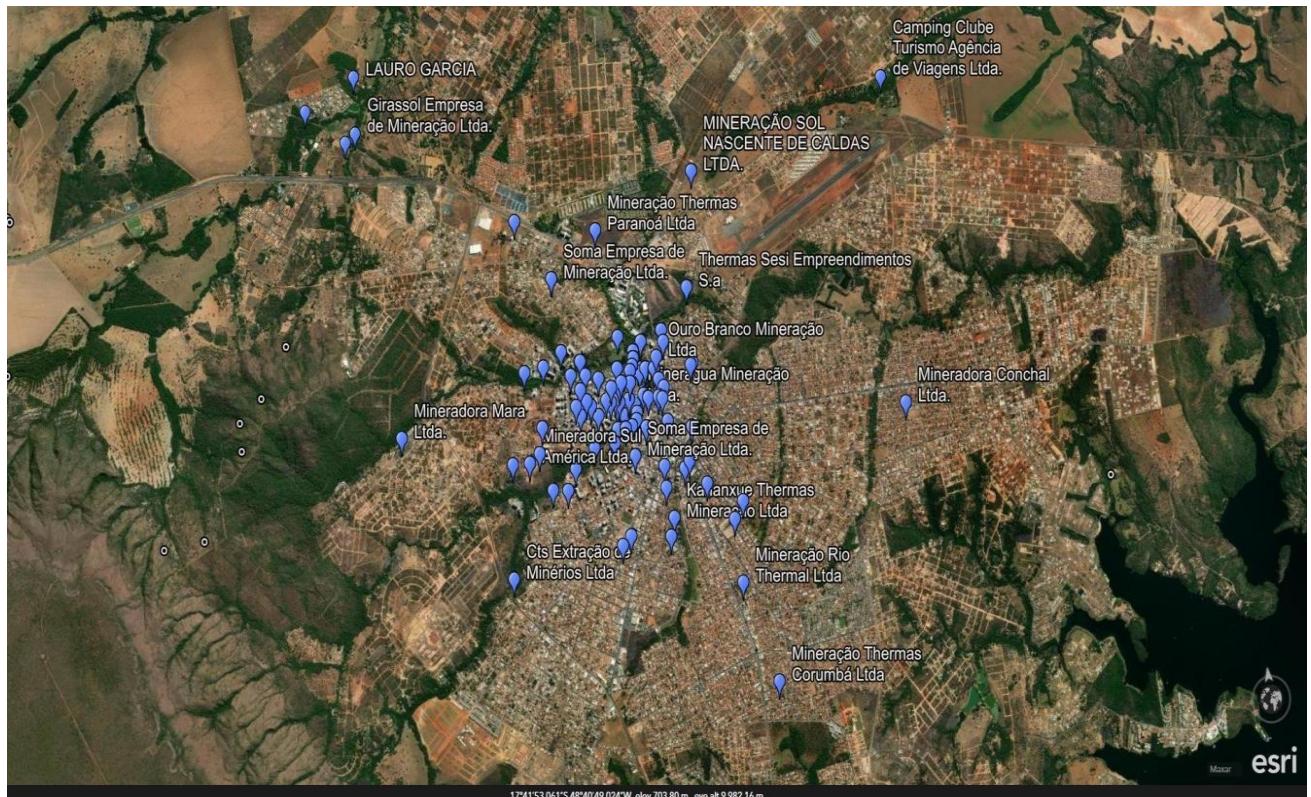
O limite de vazão é calculado em base trimestral. Nos casos de bombeamento excessivo, são lavrados autos de infrações para aplicação de multas.

Os dados acumulados de vazões também subsidiam outros trabalhos da ANM, como os trabalhos de auditoria para cálculo da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM. Com a medição da vazão instantânea compara-se vazão autorizada e vazão bombeada.

A medição do nível estático é realizada em 50% (cinquenta por cento) dos

poços selecionados por sua localização, distribuição em relação ao sistema aquífero, características construtivas, características hidroquímicas e condições operacionais.

**Figura 13. ArcGIS Earth. Localização dos poços termais de Caldas Novas:**  
**(Ofício nº 29698/2022/GER-GO/ANM)**



Para a medição do nível estático, todas as bombas dos poços são desligadas obrigatoriamente às 20 (vinte) horas anterior e a medição de nível é feita às 6 horas do dia seguinte, ficando o sistema paralisado por aproximadamente 10 (dez) horas.

No âmbito Estadual, Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás - SEMAD é quem atesta o sistema de monitoramento da qualidade da água nos municípios de Caldas Novas e Rio Quente mensalmente e copilam relatórios semestrais.

Instituição Normativa nº 16, de 23 de julho de 2024 - Dispõe sobre a regulamentação dos procedimentos para a obtenção da outorga de direito de uso e para a utilização dos recursos hídricos subterrâneos

minerais e termais no Estado de Goiás e dá outras providências.

Lei nº 23.202, 9 de janeiro de 2025 - Institui a Política Estadual de Fiscalização de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

<https://portal.meioambiente.go.gov.br/transparencia-web/sirhgo>

Tem-se que as Leis Ordinárias, Leis Complementares, Resoluções, Decretos, Portarias, a Lei Orgânica do município de Caldas Novas e a Lei Orgânica do Município de Rio Quente balizam à proteção do meio ambiente, frente aos impactos ambientais ocasionados pelos empreendimentos turísticos, para atender aos princípios ambientais, entre eles o princípio da precaução.

No âmbito do Município de Caldas Novas destaca-se as seguintes Leis:

Lei 7282, de 25 de setembro de 1970 que Cria o parque estadual da serra de caldas novas, localizado no município de caldas novas e destinado a resguardar e proteger sua fauna, flora e belezas naturais;

Lei 557 de 03 de janeiro de 1995, dispõe sobre a proibição de perfuração de poços tubulares profundos para a captação de água fria ou termal, bem como o fornecimento de licença para novas pesquisas minerais e dá outras proveniências.

Lei nº 1.519/2007, que dispõe sobre o Código Ambiental do Município de Caldas Novas alterada pela Lei 3.061/2019;

Lei 1.783/2011 que institui a Política Municipal de Educação Ambiental na rede municipal de ensino de Caldas Novas;

Lei 1.828/2011 que institui a nova Política Municipal de Saneamento Ambiental e o Plano Municipal de Saneamento Ambiental do município;

Lei nº 2.089/2014, que dispõe sobre o Conselho Municipal do Meio Ambiente (CMMA) de Caldas Novas-GO;

Lei 1.964/2013 que dispõe sobre a obrigatoriedade de educação ambiental, a nível curricular nas escolas públicas e particulares de

Caldas Novas e dá outras providências;

Lei 3.078/2017 que instituiu a revisão do Código de Zoneamento e Uso do Solo Urbano do Município de Caldas Novas, Lei 3.078/2019 que institui a revisão do Código de Zoneamento e Uso do Solo Urbano do Município de Caldas Novas.

Lei 2.752/2018 que altera o Código Sanitário do Município de Caldas Novas/GO, instituído pela Lei nº 2.084/2014;

(SEMMARH – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – disponível em:

<http://www.semmarhcaldasnovas.com.br/leis-municipais>)

Já no âmbito do Município de Rio Quente tem-se:

Lei 024/1989 que cria área NON EDIFICANDI, a faixa de proteção sanitária, e proíbe, provisoriamente, a edificação de obras à margens do Rio Quente, restringe agressões ao meio ambiente; e,

Lei Complementar nº 007/2007 que institui o Código Municipal do Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Municipal do Meio Ambiente – SIMMA, para a administração do uso dos recursos ambientais, proteção da qualidade do meio ambiente, do controle das fontes poluidoras e da ordenação do solo do território do Município de Rio Quente, de forma a garantir o desenvolvimento ambientalmente sustentável.

Lei 504/2008 que Cria os Fundos Municipais do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Turístico;

Lei Complementar 08/2008 que institui o Plano Diretor Participativo do Município de Rio Quente;

Lei 529/2009 que institui o Conselho Municipal do Meio Ambiente;

Lei 697/2014 que dispõe sobre a reorganização e instituição do Fundo Municipal de Meio Ambiente – FMMA;

Lei 696/2014 que dispõe sobre a reorganização e instituição do Conselho Municipal do Meio Ambiente – CONSEMMA;

Lei Complementar nº 025/2014, de 20 de agosto de 2014, que traz a delimitação das zonas de expansão urbana do Município de Rio Quente. (Prefeitura do Rio Quente, disponível em: <https://www.rioquente.go.gov.br>)

Por ser complexo turístico com economia voltada para o turismo como principal atividade econômica, onde o foco é as águas termais, as cidades de Caldas Novas e Rio Quente formam a maior estância hidrotermal do mundo, possui além das Leis ambientais citadas acima vários decretos e portarias que determinam medidas coercitivas entre outras aos empreendimentos que não cumprem com a legislação ambiental.

### **3.4 Aproveitamento das águas quentes em Caldas Novas**

Em uma ação representada do Ministério Público de Goiás em 2010, da Curadoria de Meio Ambiente de Caldas Novas, em busca de adequada preservação ambiental, especificamente das águas termais, elaborou um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) com todos os clubes e mineradoras do município visando à regularização ambiental da totalidade dos empreendimentos, assinado por 128 (cento e vinte e oito) empreendimentos que utilizam as águas termais da região e se comprometeram a cumprir as exigências legais de preservação ambiental.

Além da regularização quanto às licenças ambientais, os empreendimentos ficam proibidos de soltar as águas utilizadas nas piscinas direto nas ruas, na rede pluvial, bem como nos rios ou em qualquer curso d'água, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos. Ficam proibidos, ainda, o

lançamento das águas utilizadas nas piscinas na rede coletora de esgoto e o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, detritos e óleos ou substâncias oleosas nos rios e em cursos d'água.

Destaca-se ainda que o Termo de Ajuste de Conduta – TAC - exige que sejam utilizados somente produtos biodegradáveis e ecologicamente adequados para a manutenção de piscinas, parques aquáticos e demais áreas comuns dos empreendimentos, com o relato da Agência Nacional de Mineração (ANM) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) sobre a marca e a composição dos produtos.

### **3.5 Aproveitamento das águas no Rio Quente**

No ano de 2006 foi firmado Termo de Ajustamento de Conduta entre o Município de Rio Quente, e a Companhia Termas do Rio Quente (CTRQ), no qual se comprometeu, e transferiu ao município, uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) com reator anaeróbico e emissário. Na ocasião foi transferindo a responsabilidade de operação, adequação manutenção e ampliação da ETE de acordo com a demanda do município, bem como, científicos o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Agência Ambiental do Estado de Goiás, e o Ministério Público do Estado de Goiás.

A Companhia Termas do Rio Quente (CTRQ) conta com um consistente programa sustentável, o qual faz gestão de Emissões Atmosféricas, Recursos Naturais, Ambiental de Obras, Resíduos Sólidos, Responsabilidade Social e Gerenciamento de Recursos Hídricos. A meta é manter a preservação das águas, evitando a degradação da bacia hidrográfica e diminuindo o impacto ambiental.

No complexo Rio Quente *Resorts*, a água é usada diversas vezes. O primeiro aproveitamento da água é na utilização nas piscinas do parque aquático, que naturalmente já possui padrão de balneabilidade.

De 5,2 milhões de litros por hora, 3% são novamente tratados, de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, e são utilizadas como uso secundário para abastecimento dos reservatórios que abastecem os hotéis, cozinhas, área administrativa, lavanderia e Vila dos Funcionários.

Os jardins também são regados com água de um terceiro aproveitamento, em um sistema totalmente automatizado, que economiza até 50% mais do que a rega manual.

A água que sai pelo ralo vai para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que devolve as águas para o Rio Quente.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Grupo Aviva no Rio Quente Resorts possui capacidade para tratamento de 1.800m<sup>3</sup> de esgoto/dia, com vazão média de 583,20m<sup>3</sup>/dia com eficiência de remoção da carga orgânica maior que 80%, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. A ETE ainda conta com um sistema de captação de gás metano, que utiliza este biogás como energia limpa.

O sistema tem capacidade para tratar 1.800 m<sup>3</sup> de esgoto por dia com eficiência média de 86% de remoção da carga orgânica.

Com o objetivo de manter a qualidade das águas é realizado monitoramento

diário pela equipe do Controle Ambiental, de acordo com o Plano de Monitoramento Ambiental no laboratório interno e monitoramento mensal e trimestral por um laboratório externo, certificado pela ISO 17.025, de acordo com a legislação ambiental aplicável, garantindo o melhor aproveitamento e a proteção ambiental dos recursos hídricos que caracterizam o bem econômico da região.

Ressalta-se que a ISO 17.025 é uma norma que rege os Sistemas de Gestão da Qualidade em laboratórios. Esta Norma especifica os requisitos gerais que os laboratórios de ensaios e calibrações têm de cumprir para obterem sua acreditação, serem reconhecidos no mercado nacional e internacional por sua competência técnica.

Ações como essa levou o Grupo Rio Quente *Resort* a conquistar todos os anos a Certificação ISO 14.001, norma internacional que reconhece as organizações preocupadas com a gestão de impactos ambientais. O Grupo Rio Quente *Resort* recebeu também diversas certificações que visam às políticas ambientais adotadas e o reconhecimento das melhores práticas ambientais do país. Além disso, trabalha em parcerias com a Associação das Empresas Mineradoras de Águas Termais de Goiás (Amat), Associação Regional dos Usuários de Recursos Hídricos do Brasil Central (Arbrac) e Sebrae, fortalecendo a responsabilidade ambiental.  
<https://www.rioquente.com.br/blog/sustentabilidade-o-uso-consciente-da-agua-no-complexo-do-rio-quente>).

#### **Capítulo 4. Gestão de Águas Subterrâneas**

O Brasil é um país federativo que “institui a divisão de responsabilidades e autonomia entre os governos federal, estadual e municipal.” (GRANJA; WARNER,

2006, p. 1101). A existência de competências comuns e concorrentes aponta para um federalismo de cooperação e integração, o que reflete na política de águas e na organização do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, formado por sistemas nacional, estaduais, regionais e locais. A Lei nº 9.433/1997 adota, ainda, a gestão participativa e descentralizada por meio da bacia hidrográfica e operacionalizada pelos CBHs. Dessa forma, o modelo de gerenciamento de águas no Brasil é orientado pelo federalismo e pelo princípio da subsidiariedade, que determina que as decisões, legislativas ou administrativas devem ser tomadas no nível político mais baixo possível, isto é, por aqueles que estão próximos das decisões definidas, efetuadas e executadas (GRANJA; WARNER, 2006).

A bacia hidrográfica como território de gestão das águas não se confunde com a divisão clássica dos entes administrativos: União, estados, Distrito Federal e municípios, mas transcende os limites administrativos clássicos, pois sua territorialidade se conforma com base em aspectos físico-naturais. Ainda que sejam estabelecidos limites jurídicos, subdividindo-os em porções menores como forma de facilitar a gestão, não se pode ignorar que o sistema hídrico é uno. Logo, criou-se uma territorialidade de decisão que exige a construção de arranjos cooperativos e integrativos entre todos esses entes administrativos e, em alguns casos, até com outros países, conforme a escala da bacia ou do aquífero, ou em virtude da correlação entre esses corpos hídricos (GRANJA; WARNER, 2006).

A falta de conhecimento sobre as águas subterrâneas e aquíferos ou sobre seus usos e papel estratégico é uma ameaça aos recursos hídricos, ecossistemas, seres humanos e futuras gerações. Além disso, perde-se a oportunidade de estimular o desenvolvimento de áreas que poderiam se favorecer desse potencial hídrico. O Brasil enfrenta períodos de secas cada vez mais frequentes, redução da vazão dos rios e da

disponibilidade hídrica de reservatórios, o que pode comprometer a segurança hídrica, energética, alimentar e econômica. Esse cenário provoca o incremento do uso dos aquíferos, seja para fins de abastecimento animal e humano, industrial ou para irrigação. Nesse contexto, há três problemas centrais que ameaçam as águas subterrâneas (CONTI, 2017):

- a. Falta ou ineficiência da gestão e controle das extrações dos aquíferos. As extrações desordenadas geram prejuízos socioambientais e podem comprometer a única fonte de água disponível, principalmente no caso de populações vulneráveis.
- b. Falta ou ineficiência das ações para manter a qualidade do aquífero ou recuperá-lo. As atividades antrópicas podem contaminar os aquíferos e inviabilizar importantes reservas hídricas.
- c. Falta de planejamento estratégico na gestão dos aquíferos que incorpore as pressões decorrentes da relação global-local e local-global. As mudanças climáticas, a perda das grandes florestas e o mercado internacional constroem novas realidades de oferta e demanda das águas subterrâneas que precisam ser enfrentadas. Conforme a estruturação desse planejamento, as águas subterrâneas podem ser utilizadas como estratégia à adaptação e mitigação ou degradação.

A solução desses problemas se faz por meio de um governo pautado pelo conhecimento, coordenação interinstitucional e participação dos múltiplos atores (institucionais e sociais) envolvidos no uso e gestão do recurso hídrico e no planejamento territorial, ambiental e socioeconômico. As particularidades das águas subterrâneas reforçam a importância da governança, principalmente diante da necessidade de avançar para além das ações setorizadas de gestão e engajamento dos usuários.

O conhecimento hidrogeológico existente no Brasil é incipiente frente às

necessidades impostas pela gestão de recursos hídricos, porém, somente por meio dele é possível visualizar os aquíferos. As águas subterrâneas se movimentam por estruturas geológicas heterogêneas e complexas, o que dificulta o acesso à informação e à formação dos processos de tomada de decisão participativa e fundamentada. (VILLAR, 2016; CONICELLI et al., 2021)

A invisibilidade e o desconhecimento também decorrem dos conflitos entre os usuários e entre os setores de recursos hídricos, ambiente, agricultura, saneamento, mineração e desenvolvimento econômico. Os usuários não correlacionam que perdas de produtividade de poços ou a sua contaminação possam ser causadas por terceiros que utilizam os poços de forma incorreta (ou irregular) ou pela proximidade de atividades capazes de contaminar o solo e os aquíferos. Sem a compreensão das causas desses problemas, não há pressão social frente ao Poder Público gestor. (VILLAR, 2016; CONICELLI et al., 2021)

No Brasil, os instrumentos de comando e controle são a base da gestão das águas, contudo, mostram limitações no caso dos recursos hídricos subterrâneos. A prova contundente é o elevado grau de poços não regularizados. Se o descumprimento da lei, em si, é um problema, outro é o desconhecimento da existência do número real de poços. No Brasil, 90% das captações são particulares e apenas 10% abastecem as redes públicas urbanas (HIRATA et al., 2019). A maioria das captações são invisíveis às políticas públicas e os Estados não têm ideia da dimensão econômica e do papel socioambiental dessas águas.

Essa fonte se torna cada vez mais popular para o abastecimento de diversas atividades no campo e na cidade em virtude da facilidade de exploração, que se fundamenta nos seguintes pontos: baixo custo de exploração; rapidez na perfuração de poços (em alguns casos em menos de uma semana); novas tecnologias

associadas à operação de poços, permitindo que as captações funcionem quase autonomamente; e disponibilidade em praticamente todo o território brasileiro. O poço é a solução no local onde está o problema, prescindindo de adutoras.

Diante da necessidade de regular o uso e proteger os aquíferos, os conceitos de governança e gestão das águas subterrâneas ganham destaque, especialmente a partir do final dos anos 2000. Uma das primeiras e mais citadas definições sobre governança das águas foi estabelecida em um relatório do Global Water Partnership, que a definia como “o conjunto de sistemas políticos, sociais, econômicos e administrativos que existem para desenvolver e gerir os recursos hídricos e a prestação de serviços de água nos diferentes níveis da sociedade.” (Rogers; Hall, 2003, p. 7).

A Gestão Integrada de Recursos Hídricos – GIRH - chama a atenção para os seguintes pontos que precisam ser enfrentados pela gestão:

- as águas superficiais e subterrâneas não podem ser geridas de forma separada entre si ou independentemente dos ecossistemas relacionados (KENNEDY et al., 2009);
- a gestão das águas subterrâneas requer que se observe o balanço entre extração e recarga das águas subterrâneas, e se faça um planejamento de uso de médio e longo prazos (KENNEDY et al., 2009);
- a gestão das águas subterrâneas deve acompanhar o impacto da irrigação e de tarifas subsidiadas para o uso de energia e água, que embora desejáveis do ponto de vista socioeconômico, podem estimular a superexploração do aquífero (FOSTER; AIT-KADI, 2012);
- a gestão das águas subterrâneas deve ser incluída nas políticas de urbanização em virtude do impacto do uso e ocupação do solo e da ausência ou inadequação dos serviços

- de saneamento (FOSTER; AIT-KADI, 2012);
- a escala espacial da bacia hidrográfica precisa de ajustes para promover a gestão dos aquíferos (Foster; Ait-Kadi, 2012).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), no art. 3º da Resolução nº 202/2018, definiu que a gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas deve considerar os seguintes aspectos básicos:

- i. delimitação das áreas de recarga e de contribuição dos aquíferos para os rios diretamente conectados;
- ii. estimativa da contribuição dos aquíferos para a vazão de base dos rios;
- iii. estimativa da recarga e as reservas explotáveis e renováveis;
- iv. estimativa da disponibilidade hídrica integrada subterrânea e superficial para os diversos usos;
- v. as redes de monitoramento hidrometeorológica e hidrogeológica necessárias.

As águas subterrâneas são geridas pelos sistemas estaduais de recursos hídricos que, por sua vez, integram um sistema nacional dotado de infraestrutura institucional e normativa que norteia a gestão estadual. Os estados são os responsáveis por organizar a gestão das águas subterrâneas, bem como controlar e fiscalizar o seu uso e qualidade. Suas políticas, contudo, devem estar alinhadas à política nacional de águas e seus regulamentos. Tradicionalmente, a gestão do uso (quantidade) é realizada pelos órgãos estaduais de recursos hídricos, enquanto os aspectos de qualidade são analisados pelos órgãos estaduais ambientais, estabelecidos pelo Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) é o órgão consultivo e deliberativo, de âmbito nacional, do Singreh. Sua função é “promover a articulação

dos planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades” que integram o Singreh e “formular a Política Nacional de Recursos Hídricos”, nos termos da Lei nº 9.433/1997 (art. 2º da Lei nº 9.984/2000). Suas competências se encontram no art. 1º do Decreto nº 10.000/2019 e em seu Regimento Interno, aprovado pela Resolução CNRH nº 215, de 30 de junho de 2020. O CNRH é responsável por estabelecer diretrizes complementares à implementação da Lei nº 9.433/1997, tendo editado diversas resoluções que visam a orientar a aplicação dos instrumentos de gestão para as águas subterrâneas (Quadro 1).

**Quadro 1. Principais Resoluções editadas pelo CNRH relacionadas diretamente às águas subterrâneas** Fonte: Villar e Granziera (2020)

Resolução CNRH nº 15/2001	Estabelece as diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas Resolução
CNRH nº 16/2001	Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos
Resolução CNRH nº 22/2002	Estabelece diretrizes para inserção das águas subterrâneas nos instrumentos dos Planos de Recursos Hídricos
Resolução CNRH nº 29/2002	Define diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para aproveitamento dos recursos minerais
Resolução CNRH nº 48/2005	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos
Resolução CNRH nº 76/2007	Estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários

Resolução CNRH nº 91/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais e subterrâneas
Resolução CNRH nº 92/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro
Resolução CNRH nº 107/2010	Estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas
Resolução CNRH nº 126/2011	Aprova diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos
Resolução CNRH nº 153/2013	Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território brasileiro
Resolução CNRH nº 184/2016	Estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e lançamentos de efluentes em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão, considerados insignificantes, os quais independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências.

Resolução CNRH nº 202/2018	Estabelece diretrizes para a gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos que contemplem a articulação entre a União, os estados e o Distrito Federal com vistas ao fortalecimento dessa gestão.
----------------------------	---

Os estados e o Distrito Federal são os responsáveis por:

- a) definir as políticas estaduais para os recursos hídricos que incluem águas subterrâneas;
- b) estabelecer a infraestrutura institucional dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- c) conduzir a implantação dos instrumentos de gestão hídrica previstos na Lei nº 9.433/1997;
- d) e promover estudos sobre os aquíferos (FERNANDES, 2019).

A gestão estadual hídrica deve observar as normas nacionais relacionadas ao Direito de Águas, que é de competência privativa da União (art. 22, inc. IV, da CF/88). (FERNANDES, 2019; VILLAR; GRANZIERA, 2020)

A Lei nº 9.433/1997, as resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH - e do Conama estabeleceram ou regulamentaram instrumentos de gestão aplicáveis às águas subterrâneas que devem ser incorporados às políticas estaduais, bem como recomendam a realização de diversos estudos técnicos no âmbito das bacias hidrográficas.

#### **4.1 Instrumentos de gestão específicos para as águas subterrâneas**

A Resolução Conama nº 396/2008 determina que os órgãos ambientais, em

conjunto com os órgãos gestores de recursos hídricos, estabeleçam Áreas de Proteção de Aquíferos, Perímetros de Proteção de Poços de Abastecimento e Áreas de Restrição e Controle do Uso das Águas Subterrâneas (arts. 20 e 21).

A Resolução CNRH nº 22/2002 expressa que os Planos de Bacia devem prever medidas de uso e proteção dos aquíferos (art. 3, VI). A Res. CNRH nº 92/2008, por sua vez, prevê a definição de zonas de proteção de aquíferos, áreas de restrição e controle, e perímetros de proteção de poços com base em estudos hidrogeológicos (art. 2, I, II e III)

#### **4.1.1 Áreas de Proteção de Aquíferos (APA)**

As Áreas de Proteção de Aquíferos (APA) se destinam a proteger as zonas de recarga dos aquíferos, porém, como pressupõem restrições ao uso e ocupação do solo, o instrumento não tem sido utilizado, inclusive se indaga se este poderia ser aplicado sem o apoio dos municípios, que detêm a competência exclusiva para o ordenamento territorial municipal.

#### **4.1.2 Áreas de Restrição e Controle de Uso de Águas Subterrâneas**

As Áreas de Restrição e Controle de Uso de Águas Subterrâneas são medidas de caráter excepcional e temporário, que visam a restringir o uso ou a captação da água em situações em que haja comprometimento da qualidade ou quantidade das águas subterrâneas. Segundo a Res. CNRH nº 92/2008 (art. 4º), o órgão estadual de gestão de recursos hídricos, em articulação com o órgão ambiental, pode instituir essas áreas mediante a aprovação do CBH e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos,

desde que tecnicamente justificado pela necessidade de proteção, conservação e recuperação de:

- a) mananciais de abastecimento;
- b) ecossistemas ameaçados pela degradação das águas subterrâneas;
- c) áreas vulneráveis à contaminação;
- d) áreas contaminadas;
- e) ou áreas sujeitas a ou com identificada superexploração.

O principal objetivo dessas medidas é corrigir distorções no uso dos aquíferos que possam comprometer a qualidade ou quantidade das águas. Sua implantação é um processo complexo que demanda a articulação do Poder Público, colegiados, gestores e usuários, bem como o acompanhamento da evolução da situação do aquífero. Vários estados regulamentaram e implementaram esse instrumento, a exemplo do Estado de São Paulo que, por meio da Deliberação CRH nº 052, de 15 de abril de 2002, regulamentou as diretrizes e procedimentos para a definição dessas áreas.

#### **4.1.3 Perímetros de Proteção de Poços (PPP)**

Os Perímetros de Proteção de Poços (PPP) se destinam a proteger a captação de águas subterrâneas e foram regulamentados por vários estados. A legislação mineral obriga que as águas classificadas como minerais ou potáveis de mesa estabeleçam áreas ou perímetros de proteção, conforme estabelecido nos arts. 12 e 13 do Código de Águas Minerais e na Portaria DNPM nº 231/1998.

A Figura 14 demonstra que os instrumentos de gestão hídrica podem ser divididos em duas categorias: os que se dedicam à águas em geral, e os específicos à

água subterrânea. Além desses, a gestão das águas também é influenciada pela aplicação de instrumentos de outras políticas públicas que podem contribuir para a gestão dos aquíferos. Os estados e o Distrito Federal têm papel fundamental na aplicação desses instrumentos, bem como, devem estimular os municípios a considerarem os aquíferos no ordenamento territorial municipal.

**Figura 14. Instrumentos diretos e indiretos de gestão das águas subterrâneas:**



Figura 14 – Instrumentos diretos e indiretos de gestão das águas subterrâneas

Fonte: Villar e Hirata (2022, p. 5).

## 4.2 Impacto das mudanças climáticas nas águas subterrâneas

As águas subterrâneas são extremamente importantes para a segurança hídrica, pois 97% das águas doces e líquidas do planeta se encontram na forma de aquíferos.

As mudanças climáticas impactam diretamente na precipitação e na

variabilidade da temperatura, as quais, por sua vez, influenciam na recarga dos aquíferos. No caso da precipitação, em períodos de chuva intensa a recarga é mais efetiva. Por outro lado, em períodos de seca a recarga é comprometida, as águas superficiais se tornam escassas. Aumentos da captação decorrentes do crescimento econômico podem agravar esse quadro. No caso da variabilidade na temperatura, nota-se que a evaporação, absorção pelas plantas e o escoamento superficial são aspectos diretamente afetados e que por sua vez influenciam na recarga dos aquíferos. (Ramos et al, 2020)

É fundamental o investimento em pesquisas e o desenvolvimento de modelos para compreender o funcionamento dos diferentes sistemas aquíferos e a sua relação com as mudanças climáticas para apoiar a gestão integrada das águas diante dos eventos de seca intensa. Uma estratégia eficaz seria identificar e monitorar processos que não apenas detectem mudanças, mas também indiquem como e em que medida isso afetará os bens e serviços ecossistêmicos. (SOARES et al., 2021)

O uso das águas subterrâneas está relacionado com as mudanças climáticas, e também, em como a gestão hídrica é realizada. Para evitar ou mitigar esse impacto são necessários investimentos em políticas de abastecimento, na gestão integrada com monitoramento das águas, e na caracterização hidrogeológica dos aquíferos.

A crescente relevância das águas subterrâneas no cenário das mudanças climáticas foi evidenciada durante o XXIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, realizado entre os dias 12 e 15 deste mês pela Associação Brasileira das Águas Subterrâneas (ABAS). Este evento, considerado o maior do setor na América Latina, também abrigou o XXIV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e a Fenágua 2024, reunindo pesquisadores, profissionais e empresas dedicadas aos

recursos hídricos e ambientais. Especialistas, tanto nacionais quanto internacionais, discutiram o papel das águas subterrâneas como uma alternativa viável diante de fenômenos extremos, como secas e chuvas excessivas.

De acordo com José Paulo Netto, presidente da ABAS, a atividade relacionada às águas subterrâneas é responsável pela extração de mais de 624 m<sup>3</sup>/s de água potável, proveniente de 2,8 milhões de poços tubulares. Essa água atende às necessidades de diversas cadeias econômicas, abrangendo setores que vão da saúde à hotelaria, do varejo à indústria química, além da agricultura e do setor têxtil. Em São Paulo, por exemplo, 15% do abastecimento da região metropolitana é oriundo de águas subterrâneas, com essa proporção alcançando até 90% em unidades consumidoras específicas, como shoppings e hospitais. Ricardo Hirata, vice-presidente da ABAS, destaca a resiliência do sistema de águas subterrâneas, enfatizando a sua importância estratégica.

Neste contexto, Netto ressalta a necessidade do setor em comunicar à sociedade o potencial das águas subterrâneas, conforme preconizado pela Política Nacional de Água e Saneamento. A discussão sobre a vulnerabilidade das cidades brasileiras às estiagens é particularmente pertinente, uma vez que 49% delas se encontram em situação de risco. As águas subterrâneas não apenas garantem a perenidade de 90% dos rios, manguezais e pântanos, mas também são essenciais para o abastecimento de aproximadamente 52% dos municípios do Brasil.

O evento contou com a participação de renomados especialistas, como Carlos Nobre, do Instituto de Estudos Avançados da USP, que apresentou dados sobre o impacto das mudanças climáticas nas águas subterrâneas. Nobre apontou que, com a intensificação das alterações climáticas, o uso das águas subterrâneas será cada

vez mais acentuado, o que trará implicações significativas para consumidores e usuários industriais. A análise dos níveis de reservatórios subterrâneos revela um declínio acelerado nos últimos 40 anos, impulsionado pela irrigação insustentável e pela crise climática. O estudo de Scott Jasechko et al. (2024) destaca que, em muitos casos, os níveis de água nos aquíferos caíram até 50% desde 2000, com apenas 7% apresentando níveis semelhantes ou superiores aos do início do século. Regiões com climas secos e extensas áreas agrícolas são particularmente afetadas, com mais de um terço dos aquíferos analisados apresentando uma redução média de 0,1 metro por ano entre 2000 e 2022.

Águas subterrâneas ganham relevância com avanço das mudanças climáticas, especialmente em épocas de seca. À medida que as mudanças climáticas avançam, os formuladores de políticas precisam entender e gerenciar melhor esse ativo crítico:

- a) Os níveis de reservatórios subterrâneos de água apresentaram um declínio amplo e acelerado nos últimos 40 anos, puxado pela irrigação insustentável e pela crise climática;
- b) A partir da análise dos níveis de cerca de 1.7 mil reservatórios subterrâneos de águas em mais de 40 países, o estudo de Scott Jasechko et al., 2024 identificou uma queda acentuada e generalizada nas últimas décadas. Em muitos casos, os níveis desabaram 50% desde 2000, com apenas 7% dos aquíferos registrando níveis parecidos ou superiores aos observados no começo do século;
- c) O declínio dos níveis de água nos reservatórios subterrâneos é praticamente generalizado, mas particularmente mais grave em regiões com climas secos e muitas terras cultivadas para a agricultura;
- d) Mais de 1/3 dos quase 1.7 mil aquíferos analisados pelo

estudo registraram uma redução média de seu nível de 0,1 metro por ano entre 2000 e 2022, com 12% experimentando reduções superiores a 0,5 metro. Nas regiões mais afetadas, como o norte da China, o Irã e os Estados Unidos, a queda média foi ainda mais significativa, de 2 metros por ano. (NOBRE, 2024)

<https://www.uol.com.br/ecoal/colunas/carlos-nobre/>

Além disso, a relação entre inteligência artificial (IA) e mudanças climáticas foi um tema central em um seminário internacional realizado em janeiro de 2025. A ministra da Ciência, Tecnologia e Inovação, Luciana Santos, destacou que as ferramentas de IA podem ser aliadas na mitigação e adaptação às mudanças climáticas, contribuindo para a geração de informações e desenvolvimento de tecnologias limpas. O evento também abordou a importância do uso ético da IA em processos de enfrentamento das crises climáticas, enfatizando a necessidade de basear políticas públicas em evidências científicas.

<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/01/ferramentas-de-ia-sao-aliadas-no-combate-as-mudancas-climaticas-affirma-ministra>

Por fim, o Ministério das Cidades, em parceria com o Lincoln Institute of Land Policy, lançou um curso voltado para capacitar equipes técnicas municipais na implementação de soluções urbanas sustentáveis em face das mudanças climáticas. Essa iniciativa visa fortalecer a resiliência das cidades brasileiras, promovendo um aprendizado colaborativo e articulando políticas públicas urbanas e climáticas.

<https://www.redus.org.br/capacidades/formularios/c636c4af-bd11-42b0-8557-d4e04495e46d>

Em síntese, as águas subterrâneas emergem como um recurso estratégico em resposta aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. A gestão adequada e

a valorização desse recurso são fundamentais para garantir a segurança hídrica e alimentar, assim como para promover o desenvolvimento sustentável nas áreas urbanas e rurais do Brasil.

## **Capítulo 5. Análise dos Resultados**

Esse capítulo apresenta a dinâmica da exploração das águas termais pelos empreendimentos de lazer verificando a mobilização da sociedade civil, administração pública municipal e dos usuários quanto a apropriação, exploração e gestão das águas quentes nas regiões de Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás, Brasil.

### **5.1 Turismo**

O turismo se resume na necessidade das pessoas saírem da rotina e aliviar o estresse, as quais, procuram sair do local de residência para novos ambientes em busca de lazer, descanso físico e mental, em locais caracterizados pela dependência de um único tipo de atrativo principal como praia, esqui na neve, pesca, clubes de campo e águas termais.

A estrutura de um complexo turísticodiferencia de um tipo para outro. O turismo de massa, por exemplo, se resume a locais mundialmente conhecidos, como é o caso dos complexos turísticos litorâneos e os complexos turísticos hidrotermais. (Boullón, 2005).

### **5.2 Propriedades medicinais das águas termais**

As propriedades medicinais das águas termais são derivadas de alteração hidrotermal denominado hidrotermalismo. Essa alteração varia de acordo com os

locais onde brotam as águas quentes, conhecidos como mananciais termais, podendo ser meteórica proveniente de chuva, neve, gelo, rios, lago ou subsolo; ou magmática que se estabelecem a pequenas, médias e grandes profundidades na crosta, que libera junto com outros fluidos e voláteis de um magma ascendente por diminuição de pressão e temperatura. (Pantoja & Gómez, 2004)

### **5.3 Legislação**

Importante destacar que em todo o mundo há legislação com objetivo de preservação do meio ambiente como direito fundamental do homem.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) implantou a Agenda 2030 - com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), centrado sobre a água como um recurso primordial para o desenvolvimento sustentável.

Esta agenda é fruto do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo mundo para criar um modelo global objetivando acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, protegendo o meio ambiente, por meio da cooperação internacional, proteção as nascentes, rios e bacias e compartilhamento de tecnologias de tratamento de água.

### **5.4 Caldas Novas e Rio Quente GO/BR**

Em Caldas Novas e Rio Quente, como visto, está localizada a maior estância hidrotermal do mundo, onde as águas quentes são derivadas de águas de chuva que penetram no solo e descem em profundidade de cerca de 1000 metros, através de grandes fraturamentos nas rochas sedimentares e metamórficas. No contato com as rochas, as águas são mineralizadas e

aquecidas pelo fenômeno denominado de gradiente geotérmico. (Secretaria de Turismo de Caldas Novas, 2020)

Ressalta-se que gradiente geotérmico, segundo Ferreira (2017/2022) é o número de metros que se precisa descer no interior da terra para que a temperatura se eleve um grau centígrado. Este valor, em geral é de 30 metros, porém varia de um lugar para outro.

De acordo com AGETUR (2004), o subsolo da região de Caldas Novas e Rio Quente são constituídos por camadas de xisto e quartzito, ambas impermeáveis.

Entretanto, estas rochas têm consistências diferentes: o xisto é uma formação rochosa mais plástica, isto é, mais moldável pelas forças exteriores; já o quartzito é uma rocha mais rígida, sob pressão, permitindo a formação de grandes conjuntos de fraturas. É nesta camada de quartzito onde se encontram os reservatórios de águas termais.

Albuquerque, 1996, descreve assim a formação das águas termais:

O processo de formação do aquífero termal se inicia com a infiltração da água da chuva no topo da Serra de Caldas, que estão a cerca de mil metros de altura em relação ao nível do mar. A água quente, confinada sob as camadas de xisto e quartzito, está submetida a uma pressão muito grande. Fraturas verticais que atravessam os xistos, que deixam a água se infiltrar, interligando a superfície do solo aos quartzitos, permitindo que a água quente, sob pressão, aflore naturalmente. Essa água sob pressão também pode ser captada antes de aflorar, através de bombas instaladas em poços, como é o caso dos hotéis e clubes de Caldas Novas. (ALBUQUERQUE, 1996, p. 96)

Devido à natureza diferente dos dados, que incluem perfis de perfuração

litológica, medições tectônicas, mapas geológicos, medições geofísicas e dados estruturais, faz sentido uma construção tridimensional.

### **Figura 15. Modelo geológico em 3D de Caldas Novas: (BAUER, 2015, pag. 116)**

(Fig.68). Como os perfis de perfuração só estão disponíveis na cidade de Caldas Novas,

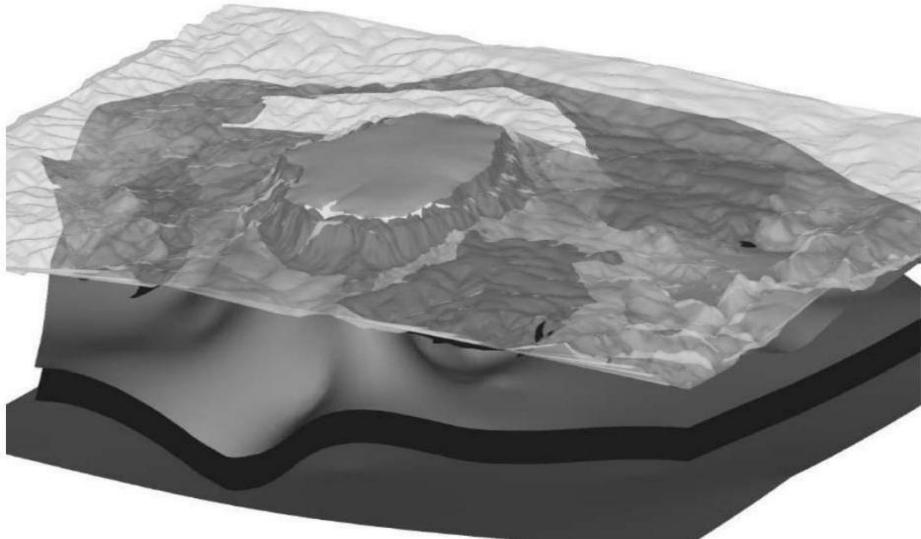


Figura 68: Vista do modelo geológico 3D de Caldas Novas

Ambas as cidades seguem a legislação Federal, Estadual e Municipal, quanto ao uso e preservação das águas termais. Os empreendimentos possuem autorização de Pesquisa e de Concessão ou licença de alvarás de Lavra, conforme previstos no Decreto-lei nº 227/1967 - Código de Mineração, regulamentado pelo Decreto 9.406/2018 e Decreto-lei nº 7.841/1945 - Código de Águas Minerais e respectivos regulamentos e legislações correlatas complementares. Seguem a normas de sustentabilidade ambiental, ou seja, com uso dos recursos naturais de forma responsável e consciente, para garantir que continuem existindo.

Os aquíferos são mensalmente monitorados pela ANM – Agência Nacional de Mineração, com o apoio da Associação dos Mineradores de Águas Termais do Estado

de Goiás - AMAT/GO, atestado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) mensalmente e copilam relatórios semestrais.

Em Caldas Novas o tratamento e reuso das águas das piscinas é realizado individualmente em cada empreendimento, tais como hotéis, clubes e *resorts*. Enquanto que Rio Quente possui somente uma estação de tratamento para todo o complexo do *resorts* onde a exploração da água é praticamente monopolizada pelo empreendimento Rio Quente *Resorts*, possuindo poucos condomínios e hotéis independentes, onde compram o fornecimento de água e não possuem tratamento para o reuso, conforme estipulado pela legislação.

Toda a água quente explorada no Rio Quente *Resorts* vem das fontes naturais da região. Toda água utilizada na lavanderia, nas cozinhas, nos banheiros e em outros serviços é levada para a Estação de Tratamento de Esgoto própria do complexo. Ali, ela passa por um processo de purificação para poder ser reutilizada.

São 12 km de comprimento e uma vazão de 150 milhões de litros de água por dia. A estação de tratamento funciona somente com as águas frias utilizadas no *resort* para outros fins tais como limpezas, jardinagens entre outros.

Sendo esse um tema para outra oportunidade de pesquisa o que requer aprofundamento e restrições políticas, tornando-se uma tarefa árdua, cabendo especificamente ao órgão fiscalizador da lei – Ministério Público.

## **5.5 Discussão dos Resultados**

Além dos resultados apresentados, aqui é identificado os principais pontos de proteção hídrica que contribuem para minimizar os impactos negativos da atividade turística.

Oliveira (2005) alerta para as dificuldades de se identificar no planejamento econômico, em que medida a geração de emprego e renda, impostos e divisas beneficiam a população local. É difícil identificar a participação desta na renovação do território e no avanço adquirido pela economia mediante o desenvolvimento turístico. Localidades como Caldas Novas e Rio Quente, ambas Goiás Brasil, por possuir peculiaridades naturais especialmente atraentes ao turismo, são ainda mais sensíveis aos impactos negativos da atividade turística.

Entretanto, com o desenvolvimento da região turística intensificam-se os problemas gerados por questões como a impermeabilização do solo, aumento da produção de resíduos, degradação ambiental, entre outros, que por sua vez poluem o ambiente afetando, direta ou indiretamente, o solo e subsolo. Como acontece em Caldas Novas e Rio Quente, onde é crescente a abertura de imobiliárias, construção civil, ramo de hotelaria e comércio, atividades estas que estão integradas com a indústria do turismo.

A partir literatura estudada, percebe-se que aspectos naturais e atividades humanas afetam as características biológicas, químicas e físicas da água, criando a necessidade de união global dos setores público e privado em prol da proteção hídrica (rios, lagos, aquíferos).

Destacam-se três soluções fundamentais para os problemas de proteção da qualidade da água: prevenir a poluição, ou seja, reduzir ou eliminar os contaminantes na fonte, antes que possam poluir os recursos hídricos; expandir e melhorar o tratamento de água e de efluentes domésticos; e restaurar, manejar e proteger ecossistemas.

É imprescindível a preservação de território com presença de água termal, não só ecologicamente, mas também social e econômica. As águas termais são patrimônios intangíveis, cultural, fluido ou, especificamente, um patrimônio líquido. (Bordin, 2015; Godoy et al., 2017)

De acordo com D'Isep (2010, p. 30) “gerir de forma sustentável este recurso – água – com eficiência, de modo a garantir sua sobrevida e a do planeta, é um desafio mundial...”

Os principais mecanismos para gerir, organizar e implementar soluções para assegurar a qualidade da água incluem: melhorar o entendimento acerca da qualidade da água, por meio de monitoramento aprimorado; esforços mais efetivos de comunicação e educação; fiscalização e aplicação da lei; e liderança política e comprometimento de todos os níveis da sociedade.

O monitoramento dos poços e nascentes das águas termais proporciona informações essenciais para identificação, abordagem e resolução de problemas de qualidade e esgotamento das águas.

Ao registrar dados básicos, torna-se possível identificar tendências temporais e realizar comparativos entre diferentes fontes de água.

Em suas ações estratégicas, a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Município de Caldas Novas adquiriu e instalou uma estação meteorológica em 04 de agosto de 2022.

**Figura 16. Estação meterológica de Caldas Novas (GO):**



## CONCLUSÃO

Viu-se que o turismo é uma atividade consumidora e produtora do espaço físico de uma região, uma vez que este produz territórios da mesma forma que o setor industrial produz mercadorias. Além da construção de novos territórios, o turismo tem propiciado o crescimento econômico, reestruturando valores, costumes e hábitos da sociedade local, constituindo-se em uma fonte de economia, responsável pela geração de empregos diretos e indiretos.

O turismo vem crescendo muito nas últimas décadas, representa importante fonte de emprego em todo o mundo. O estudo mostrou que a economia nas cidades de Caldas Novas e Rio Quente está direta ou indiretamente voltada para o turismo, tendo como foco as águas termais.

A gestão pública das cidades, como enfatizado em capítulos anteriores em busca de cumprir a legislação brasileira no que diz respeito ao meio ambiente, além das normas Federais e Estaduais criam normas Municipais com objetivo de minimizar prejuízos e esgotamento das nascentes e poços termais das cidades.

O Ministério Público de Goiás, em busca de adequada preservação ambiental, especificamente das águas termais, elaborou um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) com todos os clubes e mineradoras dos municípios que se comprometeram a cumprir as exigências legais de preservação ambiental.

As principais exigências é a adoção de medidas buscando o reaproveitamento das águas descartadas das piscinas e manutenção da qualidade das águas, tanto para uso doméstico como também com estratégias cada vez mais eficientes e eficazes.

O objetivo é remediar a poluição hídrica, com intervenção onde buscam evitar a poluição antes que alcance os cursos de água e o tratamento e reutilização das águas para uso doméstico, tais como lavanderia, lavagens de piscinas, manutenção de jardins e lançamento nos cursos de águas locais.

A pesquisa confirma a hipótese de que Caldas Novas e Rio Quente, Goiás, Brasil possuem ações de sustentabilidade dos recursos naturais, mais especificamente das águas termais das piscinas, entre as quais a realização de tratamento das águas de descartes.

Na pandemia, com a paralisação total das atividades turísticas, permitiu observar um fenômeno revelador sobre a sustentabilidade das águas termais. Durante

os três meses de interrupção absoluta da exploração, a água subterrânea captada por meio de bombas jorrou naturalmente, evidenciando a capacidade de recuperação do recurso hídrico. Esse fato confirma que as ações governamentais impostas aos exploradores das águas termais são essenciais para garantir a preservação e sustentabilidade desse recurso natural, assegurando sua disponibilidade para as gerações futuras. No contexto da região de Caldas Novas e Rio Quente, ficou claro que o uso sustentável da água termal é viável quando devidamente regulamentado, reforçando a necessidade de políticas públicas eficazes para a gestão dos recursos hídricos.

Em entrevista realizada pela TV CALDAS, o geólogo Fábio Floriano Haesbert apresenta a evidência de recuperação do nível do aquífero da década de 1970, início das exploração das águas termais voltadas ao turismo. (endereço eletrônico para acessar a reportagem e qrcode com acesso ao vídeo disponível no youtube)

<https://www.youtube.com/watch?v=l6e1-5F-ti4>



O assunto também foi tema da palestra “Novas descobertas sobre a recarga de água subterrânea nos aquíferos ao redor da Serra de Caldas comportamento dos níveis de água subterrânea durante e após a pandemia.”

Prof. Dr. Uwe Troeger - Hidro geólogo, consultor da AMAT. 7 de dezembro de 2023 às 15:00. Plataforma Microsoft Teams

<https://teams.live.com/meet/9318849109888?p=rmGTdneEQ17nLASK>

Porém, as estratégias de uso e reuso das águas termais de Caldas Novas e Rio Quente, embora tenha legislação específica, ainda não são totalmente adequados e seguros. Pois não foi encontrada documentação (registro) de monitoramento e instalação de tratamentos de águas para reuso em todos os empreendimentos das cidades, conforme determinação legal.

Vale ressaltar que o período pós-pandemia trouxe diversas transformações para a sociedade, incluindo mudanças significativas no comportamento das pessoas e no setor do turismo. Com a necessidade de sair de casa após longos períodos de isolamento social, houve uma busca intensa por destinos turísticos, especialmente aqueles que oferecem experiências relaxantes e terapêuticas, como as estâncias termais.

A crescente demanda pelo turismo termal gerou uma superexploração dos aquíferos que abastecem a Região, especialmente o Aquífero Paranoá. A Figura 12. Gráfico do Nível dos Aquíferos Araxá e Paranoá. (AMAT) pag. 64, indica que, no período pós-pandemia, o nível desse aquífero sofreu um rebaixamento em comparação aos anos anteriores a 2020. Esse fenômeno pode estar diretamente relacionado ao aumento expressivo do consumo de água termal para atender a um volume maior de turistas e empreendimentos turísticos. No entanto, surge a questão: esse rebaixamento é exclusivamente resultado da ação antrópica ou há causas naturais envolvidas?

Além da exploração intensificada, outros fatores naturais podem estar contribuindo para a redução dos níveis dos aquíferos, como os efeitos dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña. O El Niño, por exemplo, pode causar períodos prolongados de seca e menor recarga dos aquíferos, enquanto La Niña

pode intensificar chuvas em determinadas regiões, mas não necessariamente beneficiar a recarga hídrica subterrânea de maneira uniforme.

Outro aspecto fundamental a ser analisado é a tipologia da ocupação da região. A urbanização acelerada e a expansão desordenada de empreendimentos turísticos podem estar impactando diretamente a infiltração da água da chuva no solo, reduzindo a recarga natural dos aquíferos. Áreas pavimentadas e impermeabilizadas dificultam a absorção da água, agravando ainda mais o problema da disponibilidade hídrica subterrânea.

Além dessas variáveis, a crise climática de forma mais ampla também deve ser considerada. A escassez de chuvas, o aumento das temperaturas e as mudanças nos padrões climáticos podem ter contribuído para a redução da recarga dos aquíferos. Portanto, é fundamental aprofundar os estudos sobre os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos subterrâneos da região, incluindo a avaliação dos efeitos sobre os aquíferos Paranoá e Araxá no período pós-pandêmico.

Diante desse cenário, torna-se essencial adotar políticas de gestão sustentável da água termal para garantir a conservação dos aquíferos a longo prazo. Medidas como monitoramento constante dos níveis aquíferos, regulamentação do uso da água e estratégias para a preservação ambiental são indispensáveis para equilibrar o desenvolvimento turístico com a preservação dos recursos naturais. A conscientização da população e dos setores envolvidos é crucial para que o turismo termal continue sendo um atrativo sem comprometer a sustentabilidade hídrica da região.

Com isso, supõe-se que falta fiscalização contínua para verificar o cumprimento da legislação e, ainda, deduz-se que a parte dos empreendimentos que utilizam as águas termais como fonte de renda, lançam as águas das piscinas diretamente em corpos de águas receptoras e em sistema de esgoto, sem o devido tratamento e reutilização. É necessário poder contar com procedimentos eficientes de fiscalização, para reprimir a violação e tomar providências punitivas.

Conclui-se que, embora existam normas regulatórias, ainda há falhas na fiscalização e no monitoramento das ações de conservação, sendo indispensável a adoção de medidas mais eficazes para garantir a sustentabilidade hídrica da região.

Observou-se que o comportamento dos níveis de água subterrânea durante e após a pandemia apresentou variações significativas, influenciadas por mudanças nos padrões de consumo e na dinâmica das atividades econômicas. Essas alterações ressaltam a necessidade de políticas públicas que considerem a resiliência dos recursos hídricos frente a eventos extraordinários, como pandemias, e reforcem a importância de estratégias de gestão adaptativas para assegurar o equilíbrio entre exploração e conservação dos aquíferos.

Por fim, ações educativas e de conscientização começaram a ser tomadas como por exemplo a realização da 1ª Conferência Intermunicipal do Meio Ambiente e da Bacia do Rio Piracanjuba com objetivo de informar a comunidade e os agentes fiscalizadores para promover a adequada aplicação da lei. A participação da sociedade no monitoramento é indispensável, desempenhando um papel crítico, alertando as agências reguladoras sobre potenciais violações das normas sobre a proteção hídrica.

**Quadro 2. Descreve as 10 propostas aprovadas na Conferência:**

<https://brasilparticipativo.presidencia.gov.br>

Eixo 1: Mitigação	<p>1. Criar e implementar uma base de dados multifinalitária para monitoramento de dados rastreáveis, mapeamento de povos e seus territórios vulneráveis às emergências climáticas e modelagem de cenários preditivos que possam pautar ações de adaptação e preparação para desastres.</p> <p>Assegurando compromisso das instituições privadas e públicas na inserção de dados nesta base, que será utilizada para criação de indicadores e categorias das áreas prioritárias para mitigação, assim como vitrine de soluções, ações e aplicações sustentáveis.</p>	<p>2. Criar um fundo de fomento público-privado, para ser exclusivamente aplicado em projetos e ações, economicamente viáveis, social e ambientalmente justos.</p>
-------------------	--	--

Eixo 2: Adaptação	<p>Investir, custear, instrumentalizar e ampliar o sistema de brigadas Comunitárias da bacia do Piracanjuba a fim de promover o combate imediato ao Fogo.</p> <p><b>INSERÇÃO: REMUNERAR A BRIGADA VOLUNTÁRIA.</b></p>	<p>2. Proibir barramentos artificiais no eixo do Rio Piracanjuba, propiciando a base para constituição do Corredor de Biodiversidade do Rio Piracanjuba, contemplando os princípios bioeconômicos da região.</p>
Eixo 3: A justiça climática	<p>1. Os municípios devem estabelecer diretrizes para proteção da vida, não só humana, e implementação de política de direitos humanos, a fim de garantir: segurança alimentar, combate a incêndios, redução do desmatamento e de ameaças a biodiversidade, bem-estar humano e animal, moradia adequada, acesso equitativo à água, escoamento adequado de águas pluviais. Tendo como princípios: a natureza como ser de direito, a importância</p>	<p>2. Garantir a destinação de recursos para políticas públicas (em todo seu ciclo: planejamento, execução, fiscalização e avaliação) que fortaleçam o manejo de resíduos (com ênfase em programas de reciclagem locais), programas de educação ambiental e mobilização social, pagamentos de serviços ambientais, articulação e participação de agentes ambientais comunitários, fiscalização efetiva e agricultura familiar. Tendo como princípios: a natureza</p>

	do reconhecimento do problema, equidade de gênero, inclusão social, necessidades básicas, a importância de trabalhos coletivos e o reconhecimento e valorização dos povos tradicionais.	como ser de direito, a importância do reconhecimento do problema, equidade de gênero, inclusão social, necessidades básicas, a importância de trabalhos coletivos e o reconhecimento e valorização dos povos tradicionais.
Eixo 4. Transformação ecológica	1. Regulamentar incentivos fiscais para proprietários e comunidades tradicionais que atuem na preservação direta do Cerrado; como descontos no ITR e no ICMS, e acesso facilitado à crédito e redução de juros.	2. Fomentar a recuperação de áreas de preservação, com a implementação de agroecossistemas sustentáveis para comunidades locais e/ou tradicionais.
Eixo 5. Governança e educação ambiental	1. Subsidiar a criação de programas de educação ambiental sobre emergências climáticas nos municípios, que fomentem ações relacionadas ao saneamento básico e ambiental, preservação de áreas verdes, recursos hídricos e práticas sustentáveis, considerando a importância da educomunicação e diversidade de povos e territórios.	2 Assegurar que a legislação federal garanta para o estado um percentual anual do FPM, bem como a legislação estadual garanta que, de forma obrigatória e integral, o ICMS ecológico seja direcionado para os fundos municipais de meio ambiente e aplicado em projetos e ações ambientais.

**PRODUTO:**  
**PROJETO PRODUTOR DE ÁGUA**

**INTRODUÇÃO**

Para incentivar o produtor rural a investir em ações que ajudem a preservar a água, a Agência Nacional de Águas (ANA) criou o Programa Produtores de Água. O Programa usa o conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que estimula os produtores a investirem no cuidado do trato com as águas, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas.

Assim, além do ganho econômico da sua produção o produtor também melhora a quantidade e a qualidade da água da região, beneficiando a todos.

A atuação do PPA ocorre mediante apoio a projetos com este fim em determinadas localidades. Cada projeto visa melhorar os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica escolhida e é desenvolvido por um grupo de instituições públicas e privadas de atuação na própria região, organizadas de forma que cada uma possa contribuir com ações de suas rotinas sem que tenham que dispensar esforços ou recursos extraordinários.

A ideia se baseia no princípio que há um grupo de pessoas interessadas no produto água e dispostas a contribuir e, por outro lado, há os produtores rurais que podem integrar-se e possibilitar a conservação de recursos hídricos mediante o manejo adequado de suas propriedades, transformando-as assim em prestadoras de serviços ambientais que, por sua vez, são exportadas para fora de seus limites e alcançam a população beneficiária.

Ao mesmo tempo, o manejo adequado das propriedades mantém e contribui com a melhoria das atividades produtivas buscando alcançar a harmonia entre sustentabilidade da produção e conservacionista dos recursos naturais, principalmente os hídricos. Salienta-se que o ingresso dos produtores no projeto é totalmente voluntário e que a adequação ambiental de suas propriedades é uma consequência positiva do projeto e não uma imposição legal.

## OBJETIVOS

O Programa Produtores de Água, criado em 2001 pela ANA (Agência Nacional de Águas) fundamentado na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 08 de Janeiro de 1997), tem por objetivo aumentar a cobertura vegetal no entorno das nascentes e corpos d'água, reduzir os processos de eutrofização e assoreamento dos corpos d'água, aumentar o grau de proteção das áreas conservadas, a fim de garantir a qualidade e quantidade de água, incentivando produtores rurais a se envolverem no processo, mediante compensação pelos serviços ambientais por eles prestados.

## PAGAMENTOS AOS PRODUTORES

O Programa Produtores de Água utiliza a política de PSA (Pagamento por Serviços Ambientais) em todos seus projetos, como forma de valorizar o trabalho dos produtores rurais envolvidos e garantir a adequada manutenção das práticas conservacionistas executadas nas propriedades rurais, assim como das áreas de reflorestamento.

O valor por hectare a ser pago aos produtores rurais participantes é sempre proporcional ao serviço ambiental prestado. Estes valores variam de região para região, uma vez que os projetos do Programa Produtor de Água possuem autonomia

para definir sua própria metodologia de valoração.

## PRODUTORES DE ÁGUA DO PIRAPITINGA

A Bacia Hidrográfica do Pirapitinga possui 64,69 hectares compreendendo os municípios de Caldas Novas, Santa Cruz de Goiás, Piracanjuba e Cristinópolis (nascente principal).

Primeiramente iniciaremos nosso programa abrangendo os produtores rurais do município de Caldas Novas, e posteriormente apresentaremos o programa aos outros municípios da Bacia Hidrográfica.

Através de um levantamento prévio das propriedades rurais pertencentes a bacia temos uma estimativa de 102 nascentes que podem aderir ao Programa.

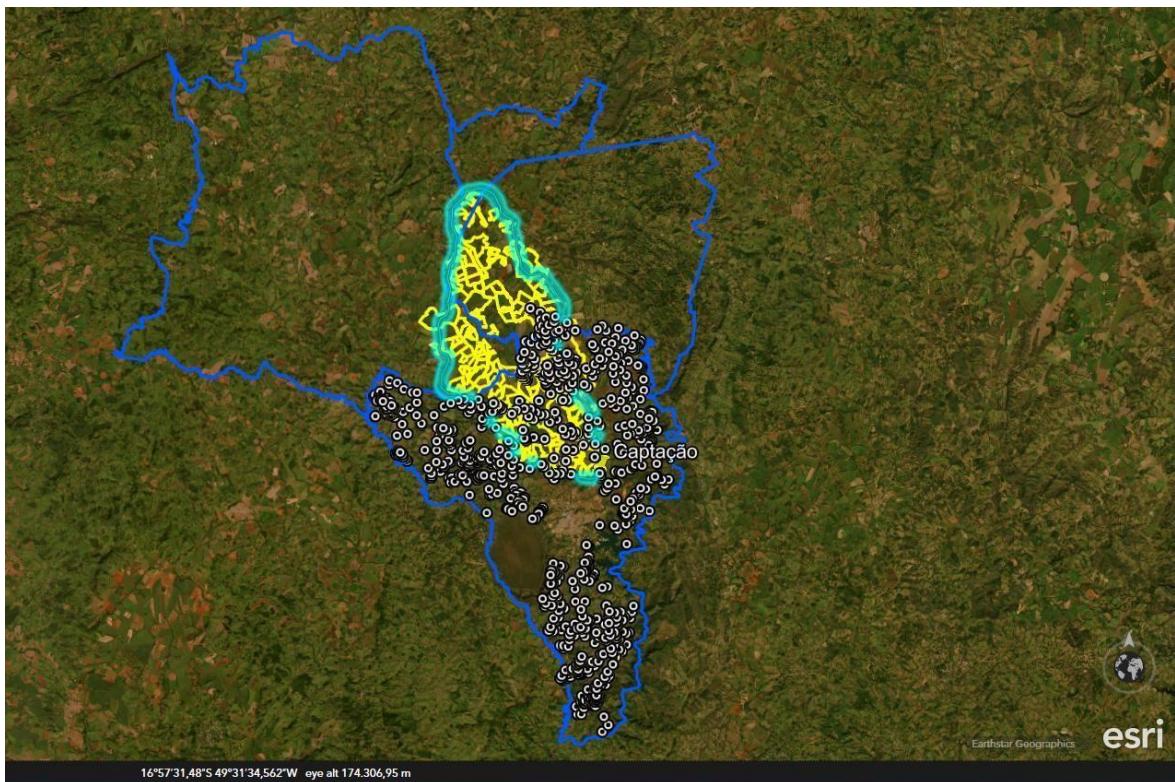
## RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES

Para a recuperação das nascentes inicialmente faz se necessário o isolamento da área através do cercamento e plantio de espécies arbóreas para adensamento ou recomposição da Área de Preservação Ambiental (APP).

**Tabela com o custo para cercamento por nascente:**

<u>MATERIAL</u>	<u>QUANTIDADE</u>	<u>PREÇO UNITÁRIO</u>	<u>PREÇO TOTAL</u>
Poste eucalipto tratado 2,20 m (10 a 12)	72	R\$ 29,00	R\$ 2.088,00
Poste eucalipto tratado 3,20 m (13 a 16)	8	R\$ 100,00	R\$ 800,00
Catraca p/arame liso	40	R\$ 12,00	R\$ 480,00
Grampo p/cerca	400 um (2kg e meio)	R\$ 24,00	R\$ 60,00
Arame liso	1.570 m	R\$ 825,00 (1.000 m)	R\$ 1.237,50
<b>Total:</b>			<b>R\$ 4.665,00</b>

**Figura 17. Shapefile com dados dos municípios produtores de água:**



\_\_\_\_ Limites dos Municípios

\_\_\_\_ Bacia de Captação

\_\_\_\_ Propriedades Rurais

Θ Nascentes

## BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2005. 123 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). As águas subterrâneas na política nacional de recursos hídricos. Série Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos, v. 5. Brasília, DF: ANA, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Governança das águas subterrâneas: desafios e caminhos. Brasília, DF: ANA, 2022.

ALBUQUERQUE, C. Caldas Novas além das águas quentes. Caldas Novas: Kelps, 1996.

ALBUQUERQUE, C. Caldas Novas Ecológica. Caldas Novas: Kelps, 1998.  
ALMEIDA, Maria G. de. Turismo e os novos territórios no litoral cearense. In:  
RODRIGUES, Adyr A. B. (Org.). Turismo e Geografia: reflexões teóricas e enfoques regionais. São Paulo: Hucitec, 1998.

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 9. ed. São Paulo: Lumen Juris, 2007.  
ALMEIDA, A. F.; SARMENTO, F. N. M. (Coord.) Parque Estadual da Serra de Caldas Novas - Plano de Manejo. Goiânia: CTE, FEMAGO, 1998.

ALMEIDA, L. Estudo da aplicabilidade de técnicas de recarga artificial de aquíferos para a sustentabilidade das águas termais da região de Caldas Novas – GO. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ALMEIDA, L. et al. Hidrogeologia do Estado de Goiás. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, Governo do Estado de Goiás, 2006.

ANDRADE, A. M. de; ALMEIDA, L. de. Aquífero termal de Caldas Novas: monitoramento mensal realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM. Águas Subterrâneas, v. 26, n. 1, 2012.

<https://doi.org/10.14295/ras.v26i1.25048>.

ANTUNES, C. A grande jogada: manual construtivista de como estudar. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1996. 101 p.

ARAÚJO, G. F. de et al. Direito Ambiental. São Paulo: Atlas, 2008.

BECKER, B. Políticas e Planejamento do Turismo no Brasil. In: YÁZIGI, E.; CARLOS, A. F. A.; CRUZ, R. C. A. (Orgs.). Turismo: Espaço, Paisagem e Cultura. São Paulo: Hucitec, 1996.

BARBOSA, E. M. Sistema deposicional de sedimentos Pós-Paleozóicos da Bacia Alto Sanfranciscana, região de Canabrava e Bonfinópolis de Minas, Noroeste de Minas Gerais. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 86 p.

BARBOSA, L. G. M.; ZAMOT, F. S. Políticas públicas para o desenvolvimento do turismo: o caso do município de Rio das Ostras. In: BARBOSA, Luiz G. M.; ZOUAIN, Deborah M. (Orgs.). Gestão em turismo e hotelaria: experiências públicas e privadas. São Paulo: Aleph, 2004.

BARBOSA, Y. M.; PARANHOS, M. C. Turismo e os mitos das águas termais da Serra de Caldas. PUC Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br> › article › download. Acesso em: 02 nov. 2024.

BENI, M. Análise estrutural do turismo. São Paulo: SENAC, 2006.

BAUER, Florian. Wasser- und Wärmetransport im thermalen Grundwasserleitersystem von Caldas Novas - Goiás, Brasilien. 2015. 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Fakultät VI - Planen Bauen Umwelt, Technische Universität Berlin, Berlin, 2015.

BRASIL (Constituição, 1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm).

BRASIL. Decreto-Lei nº 7.841, de 08 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/del7841.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del7841.htm).

BRASIL. Lei nº Lei nº 9.433/1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm).

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, integrante do Sistema Nacional de

Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Prioridades 2012-2015. Brasília: CNRH, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_com\\_ama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcda\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_com_ama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf).

BRASIL. Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.

Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9406.htm).

CAMPOS, E. C.; COSTA, J. F. G. Projeto estudo hidrogeológico da Região de Caldas Novas. Vol. I. Goiânia: MME/DNPM/CPRM, 1980. p. 34-47.

CAMPOS, J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H. Hidrogeologia do Distrito Federal. In: IEMA/SEMATEC/UnB. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB, 1998. v. 4, p. 85.

CAMPOS, J. E. G.; TRÖGER, U.; HAESBAERT, F. F. Águas Quentes de Caldas  
110

Novas, GO - Notável ocorrência de águas termais sem associação com magmatismo.  
In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.;  
CAMPOS, D. A.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S. (Edit.).

Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 20/6/2005.  
Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio113/sitio113.pdf>

CAMPOS, E. C.; COSTA, J. F. G. Projeto estudo hidrogeológico da Região de Caldas Novas. Vol. I. Goiânia: MME/DNPM/CPRM, 1980. p. 34-47.

CAMPOS, J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H. Hidrogeologia do Distrito Federal. In: IEEMA/SEMATEC/UnB. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília: IEEMA/SEMATEC/UnB, 1998. v. 4, p. 85.

CAMPOS, J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H.; DARDENE, M. A. Sobre a ocorrência de conglomerados da Formação Abaeté, Eocretáceo da Bacia Sanfranciscana, na região do Distrito Federal, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DO CRETÁCEO, 5., 1999, Águas de São Pedro, SP. Boletim de Resumos Expandidos, 1999. p. 339-343.

CAMPOS, José; ALMEIDA, Leonardo. Balanço térmico aplicado à recarga artificial dos aquíferos da região de Caldas Novas, estado de Goiás. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 42, p. 197-207, 2012.

DOI: [10.5327/Z0375-75362012000500016](https://doi.org/10.5327/Z0375-75362012000500016).

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 5, de 10 de abril de 2000. Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Disponível em:

<https://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/legislacao/resolucoes/resolucao-cnrh-005-2000.pdf>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Disponível em:

<https://www.sema.df.gov.br/wpconteudo/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CNRH-n%C2%BA-15-de-2001.pdf>.

CNRH. 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. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=97757>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002. Estabelece diretrizes para inserção das águas subterrâneas no instrumento Planos de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/67-resolucao-n-22-de-24-de-maio-de-2002/file>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução CNRH nº 48, de 21 de março de 2005. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Disponível em:

[https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Legislacao/Resolucao\\_CNRH\\_n\\_048-2005.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Legislacao/Resolucao_CNRH_n_048-2005.pdf).

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 58, de 30 de janeiro de 2006. Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CNRH-n%C2%BA-582006.pdf>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 76, de 16 de outubro de 2007. Estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/aguas-subterraneas/17-resolucao-n-76-de-16-de-outubro-de-2007/file>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em:  
<http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CNRH%20n%C2%BA%20%2091.pdf>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 92, de 5 de novembro de 2008. Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro. Disponível em:  
<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=107829>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 126, de 29 de junho de 2011. Estabelece as diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos

e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-126-2011\\_114624.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-126-2011_114624.html).

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20145.pdf>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 153, de 17 de dezembro de 2013. Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/aguas-subterraneas/1715-resolucao-153-recarga/file>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 184, de 7 de dezembro de 2016. Estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos... Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/1978-resolucao-n-184-de-07-de-dezembro-de-2016/file>.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 202, de 28 de junho de 2018. Estabelece diretrizes para a gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos que contemplem a articulação entre a União, os Estados e o Distrito Federal com vistas ao fortalecimento dessa gestão. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia//asset\\_publisher/Kujrw0TzC2Mb/content/id/56128847/](https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TzC2Mb/content/id/56128847/)

do 1-2018-12-20 resolucao-n-202-de-28-de-junho-de-2018-56128598.

CUNHA, K. S.; CUNHA, J. C. Modelo sistêmico para avaliação do impacto do turismo no desenvolvimento local. In: Anais do XXIX EnANPAD, 18-21 set. 2005, Brasília, DF.

DÁVILA, Y. R. Análise da Relação Turismo-Território no Complexo Turístico Hidrotermal das Águas Quentes-GO. Dissertação de Mestrado, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

DRAKE Jr., A. A. Tectonic studies in the Brazilian Shield. The Serra de Caldas Window, Goiás. Washington: USGS DNAE DNPM CPRM, 1980. Geological Survey Professional Paper 1119-A/B, p. 1-11.

FARIA, A. Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João D'Aliança-Alto Paraíso de Goiás. 1995. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 199 p.

FIORILLO, C. A. P. et al. Direito Processual Ambiental Brasileiro. 2. ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2007.

FREITAS-SILVA, F. H.; CAMPOS, J. E. G. Geologia do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB, 1998. Parte I, 86 p.

GABINETE CIVIL. Leis Ordinárias. Disponível em:

<http://www.gabinetecivil.goias.gov.br>

GOMES, N. G. U. A dupla dimensão do espaço: Rio Quente e suas redes. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

GURGEL, G. Água e turismo sustentável. Ministério do Turismo, 2018. Disponível em:  
<http://antigo.turismo.gov.br/últimas-notícias/11024-água-e-turismo-sustentável.html>.

HAESBAERT, F. F.; COSTA, J. F. G. Geologia e Hidrogeologia da Região de Caldas Novas: Adequação à Portaria 312 do DNPM.

MARANHÃO, C. H. da Silva. A trajetória histórica da institucionalização do turismo no Brasil. Revista de Turismo Contemporâneo – RTC, Natal, v. 5, n. 2, p. 238-259, 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. Pousada do Rio Quente assume compromisso de fazer adequações em piscinas de ondas. Notícias, 2021. Disponível em:  
<http://www.mp.go.gov.br>.

MUNICÍPIO DE RIO QUENTE. História do Município de Rio Quente. Disponível em:  
<http://www.fgmgo.org.br>.

MUNICÍPIO DE RIO QUENTE. Lei Orgânica. Disponível em:  
<http://www.rioquente.legislativo.go.gov.br>.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de desenvolvimento sustentável. Disponível

em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

NOBRE, Carlos. A infiltração das chuvas reduz a escassez hídrica e as enchentes.

ECOA - UOL, 28 jan. 2025. Disponível

em: <https://www.uol.com.br/ecoas/colunas/carlos-nobre/2025/01/28/a-infiltracao-das-chuvas-reduz-a-escassez-hidrica-e-as-enchentes.htm>. Acesso em: 28 jan. 2025.

OMT (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE TURISMO). Guia de desenvolvimento do turismo sustentável. São Paulo: Bookman, 2003.

PAULO, R. F. C. de. O turismo e a dinâmica infra-urbana de Caldas Novas (GO): uma análise da expansão e reestruturação do complexo hoteleiro. UFU, Uberlândia, 2005.

Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/>.

PIRES, P. S. As múltiplas facetas e implicações da relação turismo e meio ambiente. In: IV SeminTUR, Mestrado em Turismo, Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, SC, 2006. Disponível em: <https://www.ucs.br-semin-tur-4-arquivos-seminario>. Acesso em: 02 nov. 2024.

RODRIGUES, A. M. A. Produção e o consumo do espaço para o turismo e a problemática ambiental. In: YÁZIGI, E.; CARLOS, A. F. A.; CRUZ, R. C. A. (Orgs.). Turismo: Espaço, Paisagem e Cultura. São Paulo: Hucitec, 1996.

RODRIGUES, M. A. Instituições de Direito Ambiental: parte geral. São Paulo: Max Limonad, 2002. p. 150.

SILVA, M. V. da. O turismo hidrotermal e a reprodução do capital no espaço urbano em Rio Quente/Goiás. Revista Estudos Geográficos – XII Seminário da Pós-

Graduação em Geografia, Rio Claro, v. 13, n. 0, p. 27-49, jan./jun. 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>.

TEIXEIRA NETO, A. T. et al. Complexo Termal de Caldas Novas. Goiânia: EFGO, 1986.

TEIXEIRA, W. Decifrando a Terra. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

TUCCI, Carlos E. M. Gestão da água no Brasil. Brasília: Unesco, 2001.

TRÖGER, U.; COSTA, J. F. G.; HAESBAERT, F. F.; ZSCHOCKE, A. Novas contribuições aos aquíferos termais de Caldas Novas, Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 7., 1999, Brasília. Anais..., Brasília: SBG, 1999. p. 131.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Normalização documental para a produção científica da UNESP: normas para apresentação de referências segundo a NBR 6023:2002 da ABNT. São Paulo, 2003. 97 p. Disponível em:  
<http://www.biblioteca.unesp.br>

ZSCHOCKE, A. Hidroquímica das águas termais da região de Caldas Novas – Goiás. 2000. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Técnica de Berlim, Berlim.

<https://brasilparticipativo.presidencia.gov.br>

<https://siga.meioambiente.go.gov.br>

<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura>

<https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br>

<http://uol.com.br/ecoal/colunas/carlos-nobre/>

<https://drive.google.com/file/d/1-8d46Kmwtqg367blKNzI81iEM8EcjWZO/view>

[www.guia-comunicacao-climatica.com.br](http://www.guia-comunicacao-climatica.com.br)

<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/01/ferramentas-de-ia-sao-aliadas-no-combate-as-mudancas-climaticas-afirma-ministra>

<https://www.capacidades.gov.br/noticias/inscricoes-abertas-para-o-curso-urgencia-climatica-implementando-solucoes-em-territorios-urbanos-vulneraveis-do-ministerio-das-cidades>

<https://cbhcvsm.meioambiente.go.gov.br/>

[https://drive.google.com/drive/folders/1Y2qdv5d6a4s5MB75N1EJZ70IPI\\_EtC2A?usp=s\\_haring](https://drive.google.com/drive/folders/1Y2qdv5d6a4s5MB75N1EJZ70IPI_EtC2A?usp=s_haring)